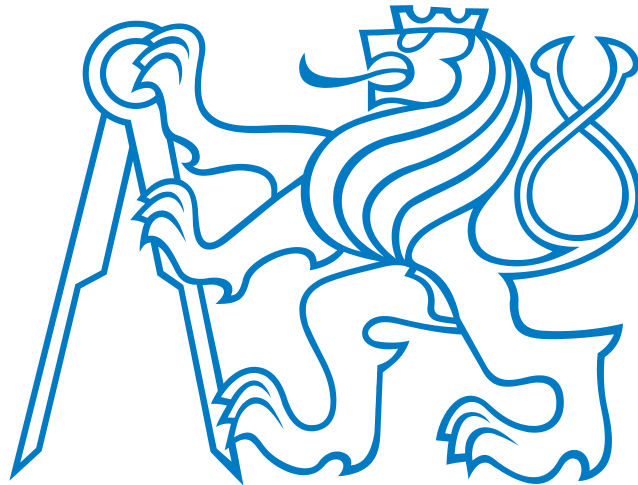


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ



Michal Skalický

Návrh úprav úseku ulice Hornoměřolupská v Praze

Diplomová práce

Praha 2015



K612 Ústav dopravních systémů

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Michal Skalický

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – DS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Návrh úprav úseku ulice Hornoměřolupská
v Praze**

Název tématu (anglicky): Design od Modification Street Hornoměřolupská in Praha

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- popište stávající stav ulice Hornoměřolupská, zaměřte se zejména na oblast u křižovatky Na Křečku a oblast napojení nově budovaného obchodního centra,
- zaměřte se na zhodnocení nedostatků stávajícího stavu komunikace,
- zohledněte vedení pěších i motorové dopravy v souvislosti s výstavbou nově budovaného obchodního centra,
- variantně řešte návrh úprav daného úseku komunikace.

- Rozsah grafických prací: situace širších vztahů, situace stávajícího stavu, návrh úprav, příčné řezy
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací
ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na místních komunikacích
ČSN 73 6425-1 Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště – 1. část

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Bc. Dagmar Kočárková, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **25. června 2014**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **31. května 2015**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

L. S.

.....
prof. Ing. Pavel Příbyl, CSc.
vedoucí
Ústavu dopravních systémů

.....
prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

.....
Bc. Michal Skalický
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 25. června 2014

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli jakoukoliv pomoc při vypracování této práce. Zvláště pak děkuji Ing. Bc. Dagmar Kočárkové, Ph.D. za cenné rady a odborné posuzování méj diplomové práce. V neposlední řadě patří velké díky Bc. Petru Feřtovi, za jeho úvod do programování v LateXu, díky němuž mohla vzniknout tato práce v této podobě. Samozřejmě zde nesmím zapomenout na své rodiče a přítelkyni, a tímto bych jím chtěl poděkovat za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po dobu celého studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

.....

(podpis autora)

Abstrakt

Předmětem této diplomové práce „Návrh úprav úseku ulice Hornoměřolupská v Praze“ je příprava dokumentace pro projekt napojení obchodního centra na ulici Hornoměřolupskou, která se nachází na katastrálním území městské části Prahy 15. Toto napojení je zde předloženo ve dvou variantách, a to ve variantě 1 - křížení ulic pomocí světelně řízené křižovatky, a ve variantě 2 - napojení pomocí okružní křižovatky. Dále se v řešeném úseku zabývám nedostatky této sběrné komunikace Hornoměřolupská a v budoucím návrhu se je snažím odstranit. Ve výsledné části práce doporučím jednu ze dvou variant a toto doporučení podložím jasnými klady a zápory jednotlivých variant.

Abstract

The subject of this master thesis „Design of modification Hornoměřolupská Street in Prague“ is a preparation of project documentation for shopping centre connection at Hornoměřolupská street, which is situated at cadastral area Prague 15. In the thesis the connection is presented in two options. The first one is to make a crossroad with traffic lights and the second one is to make a traffic roundabout. In the mentioned area I also describe lacks of road communication at Hornoměřolupská street and in the future suggestion I try to get rid of them. The result part of the thesis is a recommendation of the one option and this recommendation will provide clear positives and negatives of each option.

Obsah

1 Úvod	9
2 Popis řešené lokality	10
2.1 Širší vztahy	10
2.2 Komunikace Hornoměřolupská	11
2.3 Funkční rozdělení území	11
2.4 Peší vazby	12
2.5 MHD	12
2.6 Rozdělení řešených ploch	13
3 Dopravní průzkum	14
3.1 Metodika	14
3.2 Naměřené hodnoty	16
3.3 Výpočty a grafy	17
3.3.1 Přepočet na roční průměr denních intenzit	17
3.3.2 Výpočet intenzity ve špičkovou hodinu	19
3.3.3 Výpočet padesátirázové hodinové intenzity	19
4 Prognóza dopravy	20
5 Řešení plochy budoucího areálu obchodního centra	21
5.1 Doprava v klidu - parkoviště obchodního centra	21
5.1.1 Počet stání	21
5.1.2 Místa pro osoby se sníženou pohyblivostí a osoby doprovázející dítě v kočárku	23
5.1.3 Dispoziční uspořádání parkovacích stání	24
5.1.4 Odvodnění	25
5.2 Zásobování	25
5.2.1 Umístění	25
5.2.2 Obalové křivky	25
6 Napojení obchodního centra na stávající komunikační síť - Var. 1 - SSZ	26

6.1	Šířka komunikace	26
6.2	Zastávky MHD	27
6.3	Vedení cyklistů	29
6.4	Světelně řízená křižovatka	29
6.4.1	Řadící pruhy	29
6.4.2	Přechody pro chodce	30
6.4.3	Signální plán SSZ	31
6.4.4	Kapacitní posouzení	40
7	Napojení obchodního centra na stávající komunikační síť - Var. 2 -	
	OK	41
7.1	Návrh geometrie okružní křižovatky	41
7.1.1	Obalové křivky	42
7.2	Místa pro přecházení a přechody pro chodce	43
7.3	Zastávky MHD	44
7.4	Vedení cyklistů	44
7.5	Kapacitní posouzení	46
8	Konstrukce vozovek, chodníků a parkovacích stání.	52
8.1	Konstrukce Parkovacích stání	52
8.2	Konstrukce vozovky zpřístupňující jednotlivá parkovací místa	52
8.3	Konstrukce chodníků pro pěší ve správě obchodního centra	53
8.4	Konstrukce chodníků pro pěší ve správě města	53
8.5	Konstrukce komunikace napojující obchodní centrum na ulici Hornoměř- cholupskou	54
8.6	Obruby	55
8.7	Výkaz výměr	55
8.7.1	Výkaz výměr pro variantu 1	55
8.7.2	Výkaz výměr pro variantu 2	56
9	Závěr	57
10	Literatura a zdroje	59

Seznam obrázků	60
Seznam tabulek	61
Seznam příloh	62
Seznam použitých zkratek	63
11 Fotodokumentace stávajícího stavu	64

1 Úvod

Tato práce má za úkol vyřešit problematiku napojení obchodního centra na stávající komunikační síť, konkrétně na ulici Hornoměcholupskou v Praze, Horních Měcholupech. Zadání této práce vzniklo na základě podnětů projekční kanceláře Promika, s.r.o., kde v současné době pracuji. V rámci diplomové práce tedy řeším reálný projekt a jeho části na úrovni studie. Tento projekt pak bude dále pokračovat a rozvíjet se až k samotné realizaci. V tomto projektu je dále nutné pracovat v součinnosti s navazujícím projektem realizace druhého obchodního centra, které se nachází jižním směrem od řešeného. Tuto část dokumentace, kterou řešil můj kolega v práci, přiložím do výkresových situací jako podklad a barevně odliším (šedivá). Projekt bude vypracován ve dvou variantách, které se od sebe odlišují hlavně v realizaci napojující křižovatky Hornoměcholupská x Na Křečku. Ve variantě 1 je toto napojení řešeno pomocí světelně řízené křižovatky a ve variantě 2 je řešeno pomocí okružní křižovatky. V obou variantách bude provedeno kapacitní posouzení těchto dvou možností realizace této křižovatky. Veškeré návrhy, u kterých je to zapotřebí, budou vycházet z intenzit dopravy, které byly zjištěny dopravním průzkumem. Dále jsou k dispozici výhledové intenzity od TSK - ÚDI, které vychází z intenzit zjištěných v době průzkumu. V obou variantách se dále počítá s vedením cyklistické trasy v hlavním dopravním prostoru, takže bude nutné vyřešit i tuto problematiku, zejména ve variantě s okružní křižovatkou. Dále bude nutné zohlednit i vedení linek MHD, které se v oblasti vyskytují včetně jejich zastávek. S tímto problémem souvisí i nutnost uvážit stávající pěší vazby, ale i nově vzniklé, které budou generovány obchodním centrem a nově budovanou zástavbou v oblasti.

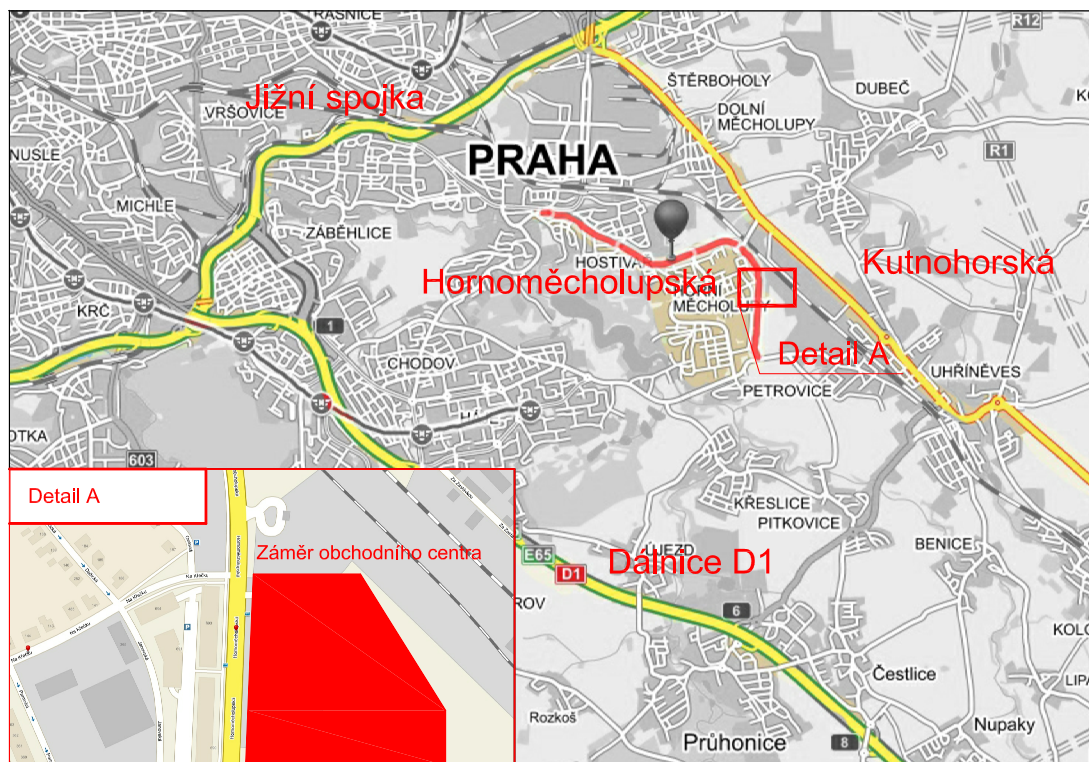
V neposlední řadě také bude nutné zamyslet se nad řešením plochy obchodního centra. Bude zapotřebí správně určit počet parkovacích stání a jejich rozměrové uspořádání. Nezbytné bude i vhodně umístit zásobovací plochu pro nákladní soupravy dovožující zboží. Tato plocha musí mít určité proporce, které vychází z obalových křivek.

V závěru práce budou posouzeny obě varianty, jejich klady a zápory a bude podáno doporučení z pohledu projektanta, která z těchto dvou variant je bezpečnější a výhodnější z dopravního hlediska.

2 Popis řešené lokality

2.1 Širší vztahy

Zájmovou oblastí pro mojí diplomovou práci je území v Horních Měcholupech, které leží na jihovýchodním okraji Prahy. Oblast spadá pod městskou část Prahy 15. Území je poměrně malé s celkovou katastrální výměrou $2,25\text{km}^2$. Na této rozloze v současné době žije přes 13 000 obyvatel. Toto číslo se bude v blízké budoucnosti navyšovat, jelikož je zde plánováno mnoho investičních záměrů na výstavbu obytné zástavby. Průtah touto oblastí je zajištěn ulicí Hornoměcholupská. Lokalita leží mezi významnými komunikacemi, a to jižně od Jižní spojky, severně od dálnice D1 a východně od komunikace Kutnohorská, která je sběrnou komunikací a slouží k propojení Prahy a satelitních městeček jako Tehovec, Mukařov atd.



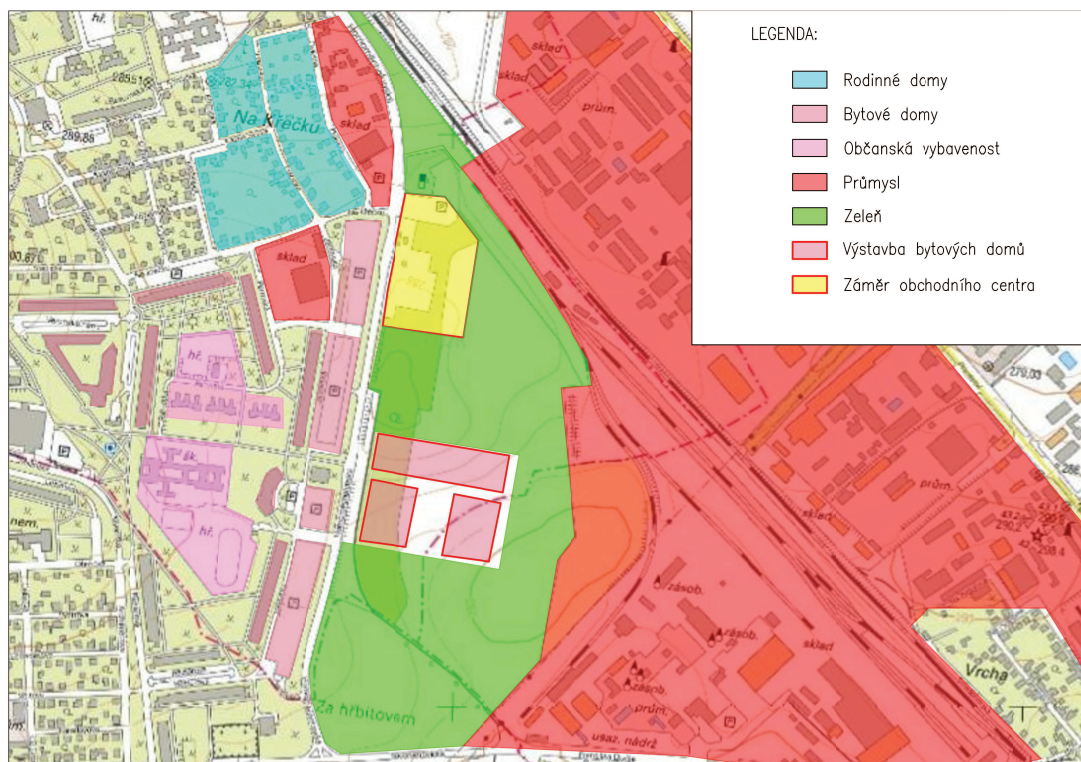
Obrázek 2.1: Mapa širších vztahů [7]

2.2 Komunikace Hornoměřolupská

Ulice Hornoměřolupská spadá do funkční skupiny B místních komunikací. Její kategoriální šířka je 13 m. Tato šířka hlavního dopravního prostoru je z větší části rozdělena do dvou jízdních pruhů a jednoho podélného parkovacího pruhu a v určitých úsecích je dokonce hlavní dopravní prostor tvořen pouze jízdními pruhy, kde má tedy každý šířku 6,5m. Toto bych označil za jeden z hlavních nedostatků ulice Hornoměřolupské, který se budu snažit v řešeném úseku odstranit. Mimo mnoha klasických stykových křižovatek zde můžeme vidět i jednu mimoúrovňovou křižovatku Hornoměřolupská x K Měřolupům.

2.3 Funkční rozdělení území

Pro lepší pochopení zadané lokality jsem zpracoval funkční rozdělení území, do kterého jsem zakreslil i záměry vybudování nové obytné zástavby a obchodního centra. Toto je velice důležité, jelikož tyto objekty v budoucnu budou generovat pěší vazby, zdroje a cíle pěší, ale i automobilové dopravy. Na obrázku 2.2 si můžeme všimnout, že většinu území zabírá průmyslová plocha, to je dáno tím, že v blízkosti lokality se nachází kontejnerové překladiště, které je jedním z největších vnitrozemských překladišť v Evropě. Dalším významným bodem, nutným k zamyšlení je poměrně velký výskyt velkých domů s bytovými jednotkami a to již postavenými, a nebo zatím v projekčním a realizačním procesu. Tento fakt je velice důležitý, bude ovlivňovat určité návrhové prvky, jako například vhodné umístění přechodů pro chodce, zastávky atd. Je zde zakreslen i záměr obchodního centra, které bude rovněž generovat určité vazby v území.



Obrázek 2.2: Funkční rozdělení

2.4 Peší vazby

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, výstavba bytových domů je zde na vzestupu, to je ovšem jen jeden z mnoha zdrojů a cílů pěšího pohybu chodců. Mimo to bych ještě rád zmínil, že v blízkosti plánovaného obchodního centra je zastávka MHD Na Křečku, dále je zde v relativní blízkosti základní škola a mateřská školka. V neposlední řadě se cca 700 m severním směrem od obchodního centra nachází vlaková stanice Praha-Horní Měcholupy. Všechny tyto zdroje a cíle byly při projektování brány v potaz.

2.5 MHD

Obslužnost městskou hromadnou dopravou v řešené lokalitě zajišťují autobusy linky 183 a 175. Přímo v oblasti záboru zájmové lokality se nachází jejich společná zastávka Na Křečku. Zastávka je v obou směrech provedena pomocí zastávkového zálivu, realizovaného krytem z kamenné dlažby. Obsahují klasický mobiliář: přístřešky, odpadkový koš a informační tabule. Obě linky z této zastávky mají relativně dobré spojení na linky metra (autobus č. 183 - 9 minut na stanici metra C - Háje a autobus č. 175 - 20

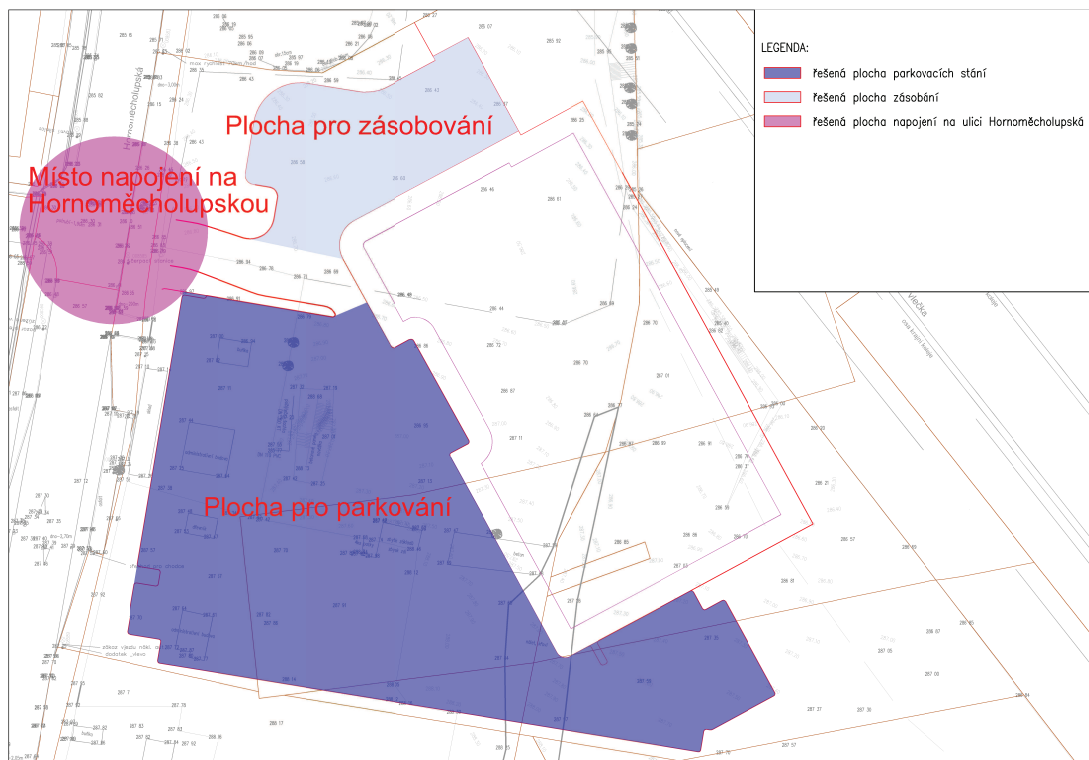
minut na stanici metra A - Skalka). Co se týká špičkových intervalů, tak linka 183 má tento interval 7,5 minuty a linka 175 15 minut.

2.6 Rozdělení řešených ploch

Pro lepší orientaci jsem přiložil obrázek, na kterém jsou schématicky znázorněny tři jednotlivé zájmové plochy a to jsou:

1. Plocha pro zásobování
2. Plocha pro parkování
3. Místo napojení na ulici Hornoměřolupská

Dále v této práci postupně proberu tyto jednotlivé plochy a každé z nich se budu věnovat v samostatné kapitole, protože každá bude vyžadovat trochu jinou problematiku při jejich řešení.



Obrázek 2.3: Řešené plochy

3 Dopravní průzkum

Prvním bodem, který bylo potřeba zpracovat, byl průzkum intenzit dopravy. Z těchto údajů vychází spousta návrhových prvků, jako například výhledové intenzity, skladba řadících pruhů, konstrukce vozovky, a budeme je potřebovat i ke kapacitnímu posouzení obou variant křižovatek. Proto byl dne 16.10.2013 na zájmové křižovatce Na Křečku x Hornoměřolupská proveden průzkum intenzit dopravy.

3.1 Metodika

Jak již bylo řečeno, průzkum proběhl dne 16.10.2013, což byla středa, tedy běžný pracovní den. Časové intervaly byly zvoleny dva - 7:00 až 11:00 a 14:00 až 18:00, tak aby byla plně zachycena ranní i odpolední dopravní špička. Počasí bylo klasické, podzimní. Teplota se pohybovala okolo 12°C a celý den bylo polojasno s jednou přeháňkou okolo 14 hodiny.

Jako metodiku průzkumu jsem zvolil ruční zaznamenávání do předem připravených archů, proto jsem nejprve na zájmové křižovatce určil a označil všechny profily a jim příslušné směry, jak můžeme vidět na obrázku 3.1. Podle těchto profilů bylo odhadnuto vytížení jednotlivých směrů a tím byl určen počet sčítačů. Vzhledem k předpokládaným velkým intenzitám, byl tento počet určen na 4 a každému sčítači byl přidělen jeho profil a směr, resp. směry:

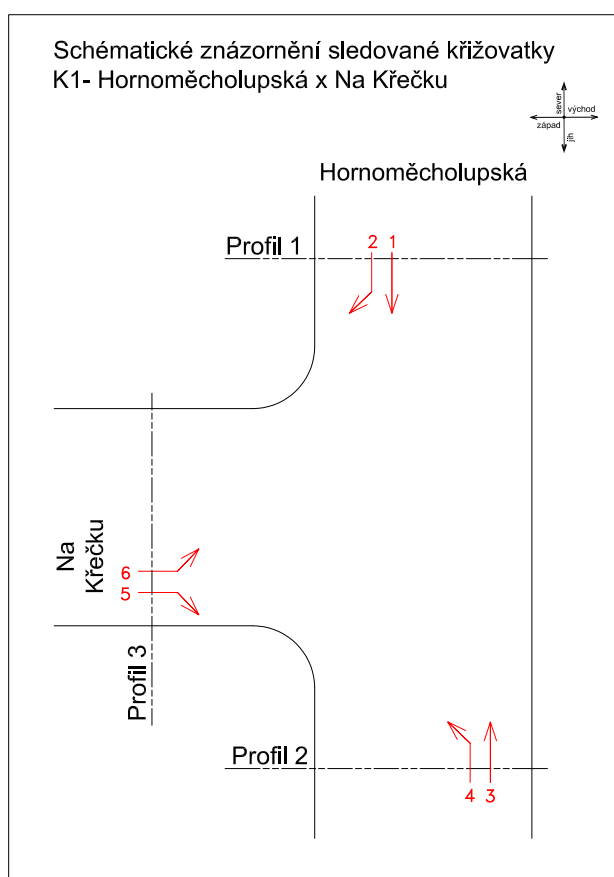
1. sčítač - směr 1
2. sčítač - směr 3
3. sčítač - směr 2 a 6
4. sčítač - směr 5 a 4

Počet byl tedy volen tak, aby byl kladen důraz spíše na kvalitu průzkumu a aby došlo k minimalizaci výsledných chyb a odchylky. Naopak na úkor ekonomického hlediska průzkumu.

Každý ze čtyř sčítačů byl řádně proškolen a byla mu osvětlena problematika skladby dopravního proudu. Na křižovatce tedy v patnáctiminutových intervalech zaznamenávali do předem připravených formulářů jednotlivé druhy vozidel:

1. O Osobní automobily
2. DO Dodávky do 3,5t a tranzity
3. LNA Lehké nákladní automobily
4. TNA Těžké nákladní automobily
5. NAV Návěsové soupravy
6. BUS Autobusy mimo MHD
7. BUS MHD autobusy MHD

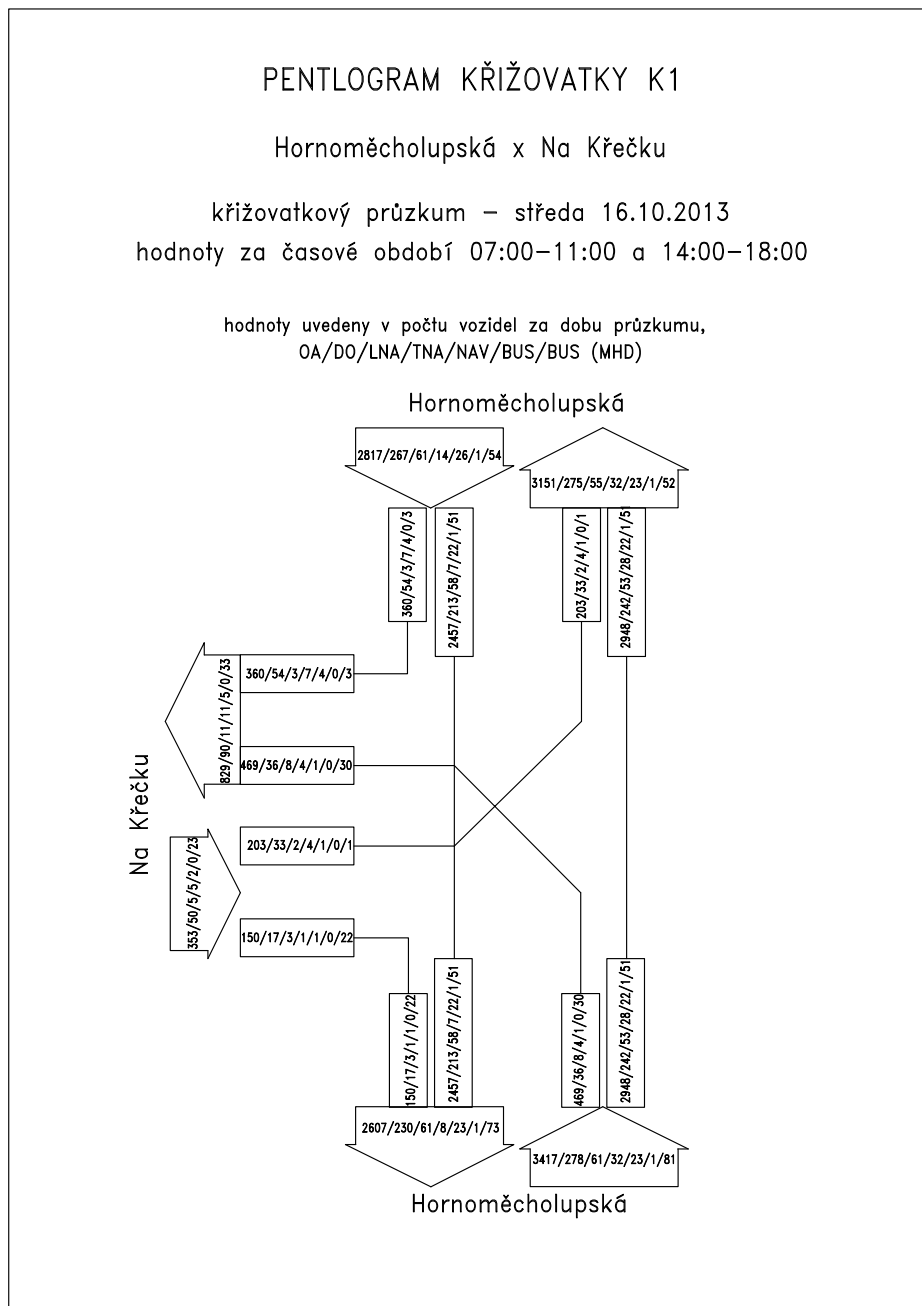
Tyto druhy vozidel jsem následně zjednodušil pro výpočet ročního průměru denních intenzit dopravy.



Obrázek 3.1: Schématické znázornění zájmové křižovatky

3.2 Naměřené hodnoty

Data z průzkumu byla zpracována do tabulky excelu a zde následně sečtena. Výsledek prezentuji v samostatné příloze 3, kde můžeme vidět bilance jednotlivých profilů. Zde pro asi nejlepší názornou ukázkou předkládám pentlogram intenzit, který vidíme na obrázku 3.2 a ze kterého jsou nejvíce patrné intenzity naměřené v den průzkumu.



Obrázek 3.2: Pentlogram zájmové křižovatky

3.3 Výpočty a grafy

3.3.1 Přepoččet na roční průměr denních intenzit

Pro další práci je nutné přepočítat hodnoty z krátkodobého průzkumu na roční průměr denních intenzit. Tento přepoččet jsem provedl v souladu s TP 189 [3]. Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích. Metodika je založena na přepočtu intenzit z krátkodobého průzkumu pomocí přepočtových koeficientů odrážejících denní, týdenní a roční variace intenzit dopravy. Pro lepší přehlednost zde předkládám pouze výpočet pro jeden směr a jeden druh vozidla. Konkrétně se jedná o Profil 1, jižní směr a druh vozidla jsem počítal pro osobní automobily. Všechny výpočty podle následujícího vzoru jsem dále vytvářel samozřejmě v programu Excel, tyto tabulky jsou v samostatné příloze 3. Vycházíme tedy ze vzorce:

$$RPDI_o = I_m * K_{m,d} * K_{d,t} * K_{t,RPDI} \quad [voz/24h] \quad (3.1)$$

kde:

I_m je intenzita naměřená v době průzkumu [voz/doba průzkumu]

$K_{m,d}$ je přepočtový koeficient zohledňující denní variace intenzit dopravy [-]

$K_{d,t}$ je přepočtový koeficient zohledňující týdenní variace intenzit dopravy [-]

$K_{t,RPDI}$ je přepočtový koeficient zohledňující roční variace intenzit dopravy [-]

Jednotlivé koeficienty se spočítají podle následujících vzorců:

$$K_{m,d} = \frac{100}{\sum p_i^d} \quad [-] \quad (3.2)$$

$$K_{d,t} = \frac{100}{p_i^t} \quad [-] \quad (3.3)$$

$$K_{t,RPDI} = \frac{100}{p_i^r} \quad [-] \quad (3.4)$$

kde:

p_i^d je podíl hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%]

p_i^t je podíl denní intenzity dopravy v den průzkumu i ku týdennímu průměru denních intenzit dopravy [%]

p_i^r je podíl denní intenzity dopravy měsíce i v roce ku ročnímu průměru denních intenzit dopravy [%]

Tyto hodnoty jsou k nalezení v příloze TP 189. Praha má ovšem trochu atypické variace dopravy, hlavně ty denní, kde se postupně vytrácí rozdíly mezi ranní, odpolední špičkou a sedlem. Proto jsem tyto hodnoty použil z pražské ročenky dopravy pro rok 2012. Kompletní variační řadu udávám v příloze 3.

Po dosazení hodnot do rovnice 3.2, 3.3 a 3.4 dostáváme:

$$K_{m,d} = \frac{100}{\sum p_i^d} = \frac{100}{6,1 + 6,6 + 6,4 + 6,1 + 6,6 + 6,9 + 6,9 + 6,4} = 1,923 \quad [-] \quad (3.5)$$

$$K_{d,t} = \frac{100}{p_i^t} = \frac{100}{101} = 0,99 \quad [-] \quad (3.6)$$

$$K_{t,RPDI} = \frac{100}{p_i^r} = \frac{100}{105} = 0,9524 \quad [-] \quad (3.7)$$

Tyto hodnoty stačí dosadit do rovnice 3.1 a máme výsledek:

$$RPDI_o = I_m * K_{m,d} * K_{d,t} * K_{t,RPDI} = 2817 * 1,923 * 0,99 * 0,9524 = 5108[\text{voz/den}] \quad (3.8)$$

3.3.2 Výpočet intenzity ve špičkovou hodinu

Tento výpočet je poměrně jednodušší oproti výpočtu RPDI a vychází z následujícího vzorce:

$$I_{sh} = RPDI * K_{RPDI,sh} \quad [voz/h] \quad (3.9)$$

kde:

I_{sh} je intenzita dopravy špičkové hodiny v běžný pracovní den [voz/h]

$RPDI$ je roční průměr deních intenzit [voz/den]

$K_{RPDI,sh}$ je přepočtový koeficient ročního průměru denních intenzit dopravy na špičkovou hodinovou intenzitu [-]

Hodnoty koeficientu $K_{RPDI,sh}$ jsou v technických podmínkách uvedeny. Opět se ovšem jedná o orientační hodnoty, které se liší podle každého města. Proto jsem obdobně jako u koeficientů p_i^d v předchozí kapitole, převzal hodnotu z pražské ročenky dopravy, která udává, že koeficient $K_{RPDI,sh}$ je roven 0,082, což odpovídá 8,2%. Hodnoty RPDI jsou brány ve smyslu součtu RPDI pro jednotlivá vozidla, tedy pro osobní automobily, nákladní automobily a nákladní soupravy. Pro ilustraci opět doplním výpočet pro profil 1, směr jih. Po dosazení koeficientu a RPDI do rovnice 3.9 tedy dostáváme:

$$I_{sh} = 5833 * 0,082 = 478 \quad [voz/hod] \quad (3.10)$$

3.3.3 Výpočet padesátirázové hodinové intenzity

Definice nám udává, že padesátirázová intenzita dopravy je 50. nejvyšší hodnota hodinové intenzity. To si můžeme představit tak, že když seřadíme jednotlivé hodinové intenzity od nejmenší po největší, tak na padesátém místě bude právě tato padesátirázová hodnota intenzity. Výpočet je velice podobný předchozímu určení intenzity špičkové hodiny a vychází ze vzorce:

$$I_{50} = RPDI * K_{RPDI,50} \quad [voz/hod] \quad (3.11)$$

kde:

I_{50} je padesátirázová hodinová intenzita dopravy [voz/h]

$RPDI$ je roční průměr deních intenzit [voz/den]

$K_{RPDI,50}$ je přepočtový koeficient ročního průměru denních intenzit dopravy na padesátirázovou hodinovou intenzitu [-]

koeficient $K_{RPDI,50}$ je podle ročenky pražské dopravy 0,086, což odpovídá 8,6%. Po dosažení tohoto koeficientu a RPDI profilu 1, jižního směru, do rovnice 3.11 dostáváme:

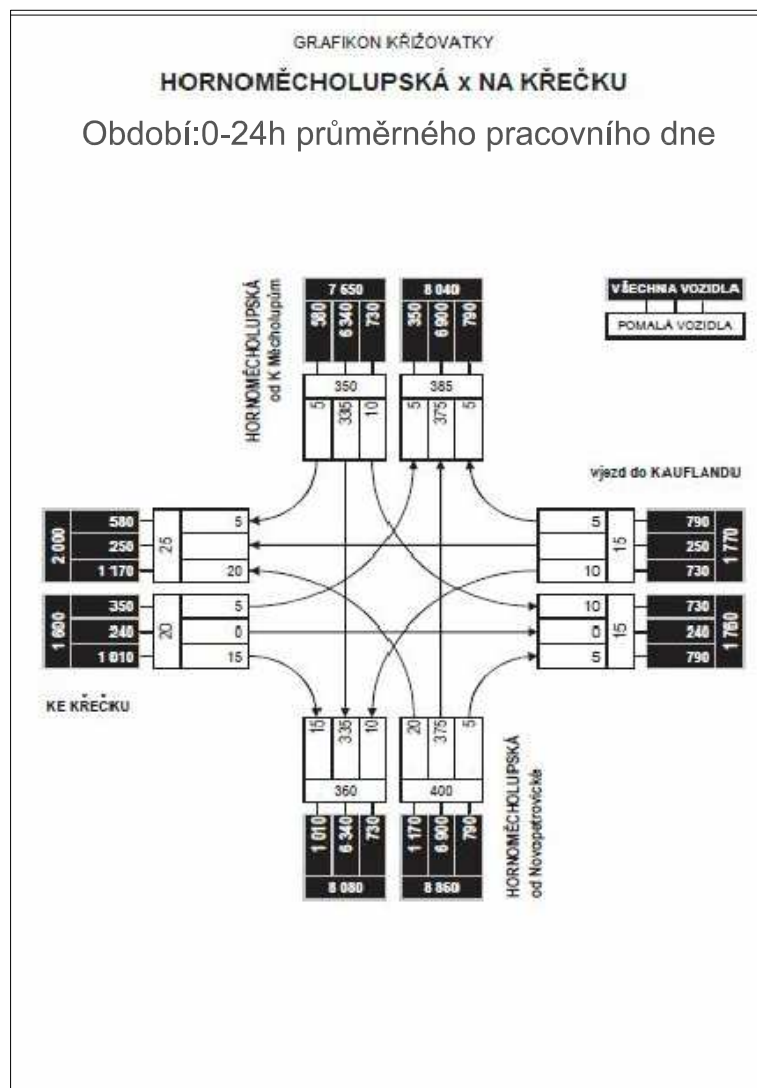
$$I_{sh} = 5833 * 0,086 = \mathbf{502 \text{ [voz/hod]}} \quad (3.12)$$

4 Prognóza dopravy

Jedním z velice důležitých podkladů, se kterým dále v tomto projektu pracuji je prognóza intenzit automobilové dopravy pro křižovatku Hornoměřolská x Na Křečku. Tento materiál byl poskytnut od Technické správy komunikací, Úsek dopravního inženýrství, dále jen TSK - ÚDI. Prognóza byla spočítána na základě dat z dopravního průzkumu a pomocí technických podmínek TP 225, prognóza intenzit automobilové dopravy. Díky tomu máme přehled o intenzitách a rozpadech intenzit automobilové dopravy v následujících obdobích a variantách:

1. Rok 2013 - stav v době průzkumu
2. Rok 2015 - bez záměru
3. Rok 2015 - se záměrem
4. Rok 2015 - směrové rozdělení vyvolané dopravy ze záměru
5. Rok 2013 - počet spojů linek MHD

Vzhledem k tomu, že obsah této příložené dokumentace je velký a není zpracovaný mnou, přikládám ho jako samostatnou přílohu 4 a zde přiložím pouze obrázek 4.1, na kterém je grafikon křižovatky pro rok 2015 se záměrem. Tento obrázek je pro další výpočty a projektování důležitý a budu se na něj v textu dále odkazovat.



Obrázek 4.1: Grafikon křižovatky Hornoměřolupská x Na Křečku pro rok 2015 se záměrem

5 Řešení plochy budoucího areálu obchodního centra

5.1 Doprava v klidu - parkoviště obchodního centra

5.1.1 Počet stání

U obchodního centra bylo nejprve nutné určit počet parkovacích stání. U této problematiky je potřeba rozlišit termíny *parkovací stání* a *odstavné stání*. Tedy parkovacím stáním rozumíme plochu, která slouží k parkování vozidla po dobu například nákupu. Odstavným stáním se zase rozumí plocha, která slouží k odstavení vozidla v místě bydliště po dobu, kdy se toto vozidlo nepoužívá. Postup určení celkového počtu po-

třebných stání udává česká technická norma - Projektování místních komunikací ČSN 73 6110 [1]. Následující výpočty jsou tedy v souladu s touto normou a vycházejí ze vzorce:

$$N = O_o * K_a + P_o * K_a * K_p \quad (5.1)$$

kde:

N je celkový počet stání potřebný pro posuzovanou stavbu

O_o je základní počet odstavných stání

P_o je základní počet parkovacích stání

K_a je součinitel vlivu stupně automobilizace, který určíme z následující tabulky:

Stupeň automobilizace:	700	600	500	400	333	290	počet vozidel/1.000 ob. 1 vozidlo/počet ob.
	1:1,43	1:1,67	1:2,0	1:2,5	1:3,0	1:3,50	

Tabulka 5.1: Tabulka součinitelů vlivu stupně automobilizace [1] ČSN 73 6110

K_p je součinitel redukce počtu stání, který je pro charakter našeho území roven 1

Základní počet odstavných stání O_o a parkovacích stání P_o byl určen z tabulky 34 normy ČSN 73 6110. Naše řešené obchodní centrum má výměru plochy $4200 m^2$, proto jako druh stavby bylo určeno plnosortimentní nákupní centrum do $5000 m^2$. Do této plochy se nezapočítávají pasáže, průchody, sklady, schodiště atd. Z tabulky dále vyplývá, že počet účelových jednotek na 1 stání je 25 a z tohoto počtu stání je 90% krátkodobých a 10% dlouhodobých, tedy N_o - počet stání obecně je:

$$N_o = 4200 : 25 = 168 \text{ stání}$$

z toho tedy je základní počet odstavných stání:

$$O_o = N_o * 0,1 = 168 * 0,1 \doteq 17 \quad (5.2)$$

a základní počet parkovacích stání:

$$P_o = N_o * 0,9 = 168 * 0,9 \doteq 152 \quad (5.3)$$

Poslední věcí potřebnou k výpočtu je stupeň automobilizace, který je pro Prahu 533 vozidel/1.000 obyvatel. Tomuto číslu v tabulce 5.1.1 odpovídá hodnota pro $K_a = 1,25$. Tuto hodnotu společně s koeficientem K_p a s výslednými hodnotami rovnic 5.2 a 5.3 dosadíme do původní rovnice 5.1 a dostáváme:

$$N = O_o * K_a + P_o * K_a * K_p = 17 * 1,25 + 152 * 1,25 * 1 = \mathbf{212 \text{ stání}} \quad (5.4)$$

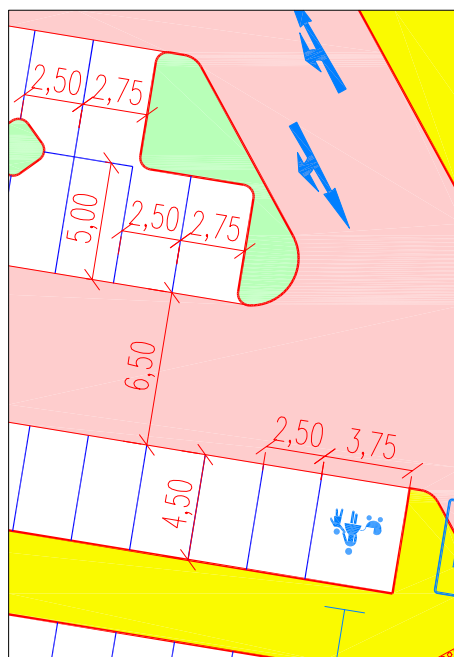
5.1.2 Místa pro osoby se sníženou pohyblivostí a osoby doprovázející dítě v kočárku

Normou požadovaný optimální počet parkovacích stání je tedy 212. Jelikož to dovoluje dispoziční uspořádání parkoviště, mohl jsem si dovolit počet navýšit na 231 parkovacích stání ve variantě 1 a na 226 ve variantě 2. Z normového počtu parkovacích míst je nutné vyhradit počet stání pro osoby se sníženou pohyblivostí. Tento počet nám udává Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj 369/2001 Sb. o obecných a technických požadavcích zabezpečujících užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace. Zde je nutné počítat s vyhrazením 5 % stání při celkovém počtu přesahujícím čtyřicet stání. Tento procentuální podíl vyhrazených stání se zaokrouhluje na celá čísla směrem nahoru. Bylo tedy nutné vyhradit celkem 11 parkovacích stání, která byla označena vodorovným dopravním značením V 10f a svislým dopravním značením IP 12.

Dále je potřeba zajistit místa pro osoby doprovázející dítě v kočárku. Tento předpis upravuje Vyhláška č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. Je nutné zajistit vyhrazená stání pro tyto osoby, v minimálním počtu 1% z celkového počtu stání, zaokrouhleno nahoru. V našem případě se tedy jedná o 3 parkovací místa. Tato stání jsou opět označena svislým i vodorovným dopravním značením V10f a IP 12.

5.1.3 Dispoziční uspořádání parkovacích stání

Všechna navrhovaná parkovací stání v oblasti parkoviště obchodního centra jsou navržena v režimu kolmém a jejich rozměry jsou v souladu s normou ČSN 73 6056 [6]. Základní šířka běžného stání je 2,50 m a je rozšířena o 0,25 m, když je dané místo krajní. V případě, že se jedná o speciální vyhrazené stání pro osoby se sníženou pohyblivostí a osoby doprovázející dítě v kočárku, je základní šířka 3,5 m a je opět rozšířena o 0,25 m v případě, že je dané místo krajní. Délka většiny stání je navržena 5,00 m, pouze v případě dvou parkovacích řad u chodníku spojující ulici Hornoměcholupskou s obchodním centrem v jeho jižní části, je tato délka zkrácena o tzv. převis vozidla, tedy o 0,5 m. Takto je možné parkovací místo zkrátit, pokud se nenachází před pevnou překážkou, např. stěnou. Šířka jízdního pruhu je u všech parkovacích stání rovna 6,50 m, což je o 0,50 m více než nám ukládá norma a umožňuje tak pohodlné zaparkování. Pro názornost přikládám obrázek 5.1 výřezu z výkresu situace, na kterém je zobrazeno schéma dispozičního uspořádání parkovacích stání.



Obrázek 5.1: Dispoziční uspořádání parkovacích stání

5.1.4 Odvodnění

Princip odvodnění parkoviště je nejlépe patrný z přílohy 6 vzorových řezů. Střechovitý sklon komunikace dále pokračuje přes parkovací stání a odvádí vodu do úžlabí, které takto vzniká mezi dvěma střechovitými sklony. Zde voda odteče do uličních vpustí.

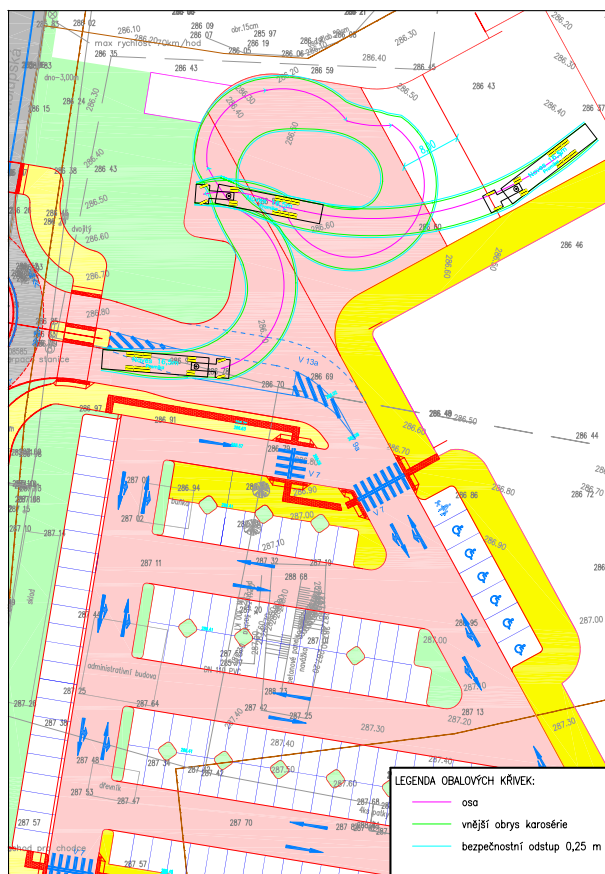
5.2 Zásobování

5.2.1 Umístění

Umístění plochy pro zásobování jsem volil s požadavkem investora na unifikaci stavebního uspořádání tohoto typu obchodního centra. Dále jsem se snažil zachovat princip co nejmenšího kontaktu s osobními automobily zákazníků tohoto obchodního centra. Tento manipulační prostor se nachází v severní části řešené plochy areálu. Platí zde zákaz vjezdu do tohoto prostoru, který je ošetřen svislou dopravní značkou B 2 - zákaz vjezdu s dodatkovou tabulkou E 13 - mimo zásobování. Tato značka se nachází na nároží vjezdu k manipulační ploše. Dále je zde svislá dopravní značka B 24b upozorňující řidiče osobních automobilů na zákaz odbočení vlevo, opět společně s dodatkovou tabulkou E 13 - mimo zásobování. Tato značka se nachází na začátku odbočovacího pruhu vlevo směrem k manipulační ploše.

5.2.2 Obalové křivky

Obalové křivky jsem kreslil v programu AutoTurn a jako vozidlo jsem zvolil návěsovou soupravu s délkou 16,5 m. Na obrázku 5.2 vidíme schéma obalových křivek pro zásobovací plochu. Myšlený princip pro odbavení zásobování spočívá v nadjetí na manipulační plochu a otočení soupravy zadní částí vozidla směrem k odbavovací rampě a následné zacouvání.



Obrázek 5.2: Schéma obalových křivek pro zásobování

6 Napojení obchodního centra na stávající komunikační síť - Var. 1 - SSZ

6.1 Šířka komunikace

Jako první tedy předkládám variantu s napojením na ulici Hornoměřolupskou pomocí světelně řízené křižovatky. Tato varianta je cenově vstřícnější oproti napojení pomocí okružní křižovatky. Snaha tedy byla pokud možno udržet stávající profil ulice Hornoměřolupské a realizovat pouze křížení v místě napojení obchodního centra. V tomto profilu ovšem bylo nutné zapracovat určité změny pomocí VDZ, jelikož hlavní nedostatek ulice Hornoměřolupské je šířka 13,3 m hlavního dopravního prostoru, který je v současnosti využit prakticky pouze pro 2 jízdní pruhy. Pro navrhované úpravy ovšem bylo nutné zajistit koordinaci s kolegou, který zajišťoval dokumentaci pro druhé, jižnější obchodní centrum, a logickou návaznost těchto dvou projektů.

Hlavní změnou by tedy mělo být lepší využití hlavního dopravního prostoru. V mezikřižovatčím úseku obchodních center je navržen dopravní stín, který plynule přechází v levý odbočovací pruh. Dále zde byla navržena cyklostezka vedená v hlavním dopravním prostoru a severně od křižovatky Na Křečku x Hornoměřolupská přechází plynule levý odbočovací pruh do dvou jízdních pruhů. V těchto místech je ovšem už zachován parkovací pruh po levé straně komunikace.

6.2 Zastávky MHD

Jak již bylo řečeno, v řešeném úseku se nachází autobusová zastávka MHD Na Křečku, která je v obou směrech provedena pomocí zastávkového zálivu, realizovaného krytem z kamenné dlažby. Je tedy nutné prověřit, zdali jsou zastávky vhodně provedené a umístěné podle normy ČSN 73 6425 [2].

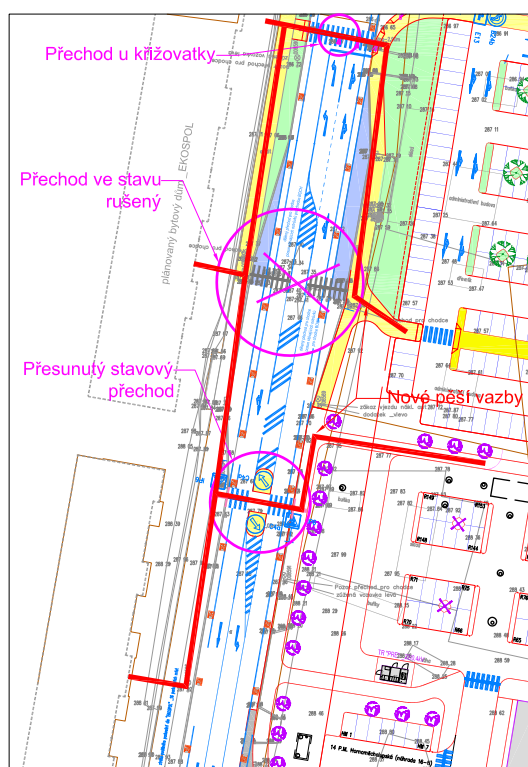
Zastávky jsou tedy ve stavu provedeny mimo jízdní pruh bez fyzického oddělení od jízdního pruhu, neboli tzv. zálivové. Takto realizovanou zastávku v normě najdeme pod označením Typ II. Pro prověření správnosti použití tohoto typu provedení zastávky je hlavní kritérium funkční skupina místní komunikace a její návrhová rychlost, na které je zastávka zbudována. V našem případě tedy ulice Hornoměřolupská spadá do funkční skupina B a její návrhová rychlost je 50 km/h. Pro tato kritéria norma doporučuje uspořádání typu II, ale je nutné prověřit i doplňující hlediska:

- Zatížení jízdního pruhu, na němž autobus zastavuje.
- Počet zastavení autobusů.
- Zdali má zastávka nějakou speciální funkci, např. konečná. V našem případě zastávka nemá žádnou speciální funkci.
- Poloha zastávky, např. zdali se nachází na úsecích zelené vlny pro IAD.

Zřízení zastávky typu II je tedy dále možné, pokud je intenzita vozidel ve špičkové hodině menší než 800 vozidel, počet zastavení autobusů je menší než 12 za hodinu a poloha zastávky neleží na úsecích se zelenou vlnou pro IAD. Z dopravního průzkumu vyplývá, že špičková intenzita na profilu 2 ulice Hornoměřolupské v jižním směru je 445 vozidel a v severním směru 582 vozidel. Intenzita zastavujících autobusů je v ranní a odpolední špičce 11 za hodinu a zastávka neleží na úsecích se zelenou vlnou pro IAD. Všechna

tato kritéria zastávky splňují a mohou být ponechány ve stavovém provedení.

Zastávky jsou ve stavu umístěny proti sobě a pomyslně se překrývají délkou nájezdových klínů. To by samo o sobě problém neznamenal, kdyby v ploše těchto klínů nebyl umístěný přechod pro chodce, jak vidíme na obrázku 6.1. Tento přechod je problematický, neboť není vhodně umístěn a navíc jeho provedení je také špatné. Uprostřed komunikace je totiž zřízen provizorní ochranný ostrůvek z betonových bloků a přechod v místě ostrůvku není přerušen. Co se týká jeho umístění, je nevhodné, neboť norma ČSN 73 6425 [2] udává nutnost umísťovat přechody v případě protilehlých zastávek mezi jejich nájezdové klíny, nikoli do prostoru klínů. Proto ve své práci navrhuji přesunutí onoho problematického přechodu o cca 35 metrů jižním směrem. Tento nový přechod pokryje bezpečně pěší vazby vzniklé nově budovanými bytovými objekty na západní straně ulice Hornoměcholupské. Je to také praktičtější z důvodu lepší pěší návaznosti na jižní obchodní centrum. Naopak severním směrem od stávajícího přechodu zajišťuje návaznost pěších vazeb přechod u světelně řízené křižovatky. Schéma pěších vazeb a situaci nových přechodů pro chodce najdeme v obrázku 6.1.



Obrázek 6.1: Nově vzniklé pěší vazby

6.3 Vedení cyklistů

V řešeném úseku komunikace Hornoměřolupská je nově projektovaná komunikace pro cyklisty, vedená v hlavním dopravním prostoru. Kromě jejího hlavního účelu, kterým je vedení cyklistů, tato komunikace posloužila k vyrovnání šířkových rozdílů ulice Hornoměřolupské. Její základní šířka jízdního pruhu pro cyklisty je konstatní rovná 1 m a bezpečnostní odstup se pohybuje v rozmezí minimální možné hodnoty 0,25 m až 0,4 m, přičemž minimální hodnota tohoto odstupu nikde neklesla pod povolenou šířku 0,25 m. K bezpečnému vedení této trasy bylo nutné dodržet určité zásady.

V jižní části je pruh pro cyklisty veden podél zálivu zastávky MHD. V oblasti nájezdových klínů je plná vodicí čára č. V 4 přerušena a nahrazena přerušovanou s rozměry 0,5/0,5 m. Dále pak v oblasti křižovatky Hornoměřolupská x Na Křečku je opět nahrazena přerušovanou čarou s rozměry 1,5/1,5 m. V severovýchodní části je jízdní pruh pro cyklisty veden po levé straně parkovacího zálivu pro podélné parkování. V tomto úseku je nutné rozšířit bezpečnostní odstup na hodnotu minimálně 0,75m. Díky možnosti a vstřícnosti šířkových rozměrů komunikace jsem si mohl dovolit tento odstup zvětšit na 1 m a přilomit se tak k bezpečnější variantě. K oddělení parkovacího zálivu a bezpečnostního odstupu jízdního pruhu pro cyklisty slouží přerušovaná čára č. V 10d.

6.4 Světelně řízená křižovatka

6.4.1 Řadící pruhy

Uspořádání radících pruhů bylo voleno s ohledem na výhledové intenzity automobilové dopravy a šířkovými možnostmi křížných komunikací. V situaci u výjezdu z obchodního centra si můžeme všimnout trochu atypického uspořádání radícího pruhu rovně a doleva. Toto řešení vychází z požadavku investora, jelikož se snaží výjezdy u tohoto typu obchodního centra typizovat. Vzhledem k nízkým intenzitám ve směru rovně do ulice Na Křečku nebyl problém tento požadavek zapracovat. Z grafikonu křižovatky Hornoměřolupská x Na Křečku, který je na obrázku 4.1, vyplývá, že je nutné odbavit hlavní směry, kde jsou intenzity největší. Z šířkových možností komunikace v hlavním směru jde bez problému navrhnout samostatné levé odbočovací pruhy. a to v obou hlavních směrech. Tento krok nám zajistí i odbavení silných levých odbočení z hlavní

ulice. Bohužel v ulici Na Křečku již takový rozměrový komfort nemáme, a to díky blízkému soukromému pozemku. Je tedy nutné zde zachovat jeden pruh, pro všechny směry, tedy rovně, vpravo i vlevo. Tento fakt se budu snažit kompenzovat v signálním plánu a zapracování zelené doplňkové šipky pro pravé odbočení.

6.4.2 Přechody pro chodce

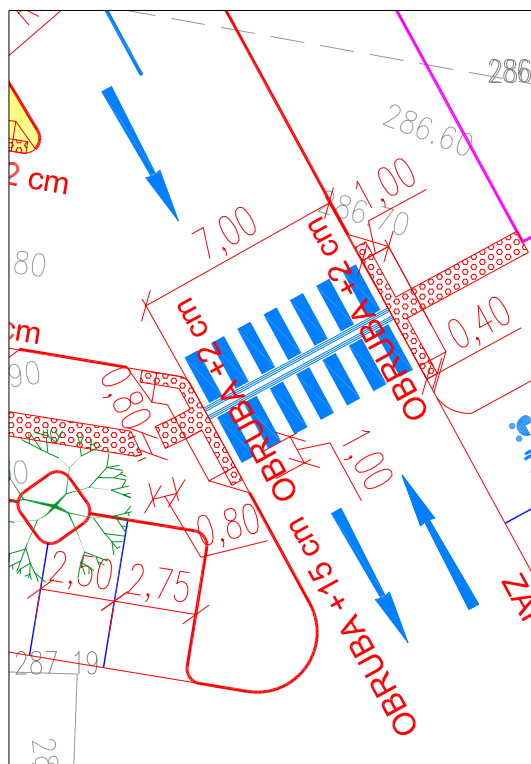
V oblasti světelně řízené křižovatky jsou navrženy tři přechody pro chodce, které jsou řízeny SSZ. Mají klasickou šířku 4 metrů a jsou provedeny s vodícím pásem přechodu. V odbočovací větvi křižovatky směrem k obchodnímu centru je zřízen dělicí ostrůvek. Důvodem je širší nároží křižovatky a tím pádem by i přechod byl nenormově dlouhý. Jeho délka by se pohybovala okolo 20 metrů. Ostrůvek je široký 3,5 m, a poskytuje tak ochranu i osobám doprovázející kočárek nebo invalidnímu vozíku. Obruba v místě ohraničujícím ochranný ostrůvek je zvýšená na +20cm, aby byla zajištěna maximální ochrana pro osoby nacházející se na tomto ostrůvku. Dále jsou navrženy 4 přechody v oblasti parkoviště u obchodního centra. Jsou vedeny přes dva jízdní pruhy parkoviště, bez stavebních úprav, a mají délku do 7 metrů. Všechny přechody jsou navrženy kolmé na osu komunikace.

V místě přechodu musíme mít obrubu sníženou oproti jízdnímu pásu na 0,02 m. Ve většině případů se tento chodník nachází v místě, kde je silniční obruba zvýšená na hodnotu + 0,15 m. Je tedy nutné tento rozdíl 0,13 m dorovnat. Snížení obruby se tedy realizuje na vzdálenosti jednoho dílu obrubníku, tedy na délku jednoho metru. K výškovým úpravám dojde i přímo na ploše chodníku, kdy tento rozdíl vyrovnáme rampovým spádováním o maximálním možném sklonu 12,5%. Rampy jsou v situaci vyznačeny tenkou červenou čarou, na délce 1 m od obruby. Od hranice této rampy je nutné prověřit a zachovat minimální průchozí prostor větší než 0,9 m.

Důležitým faktorem při návrhu přechodů je zajištění komfortního a bezpečného pohybu osob se sníženou schopností orientace a mobility. Je tedy nutné zajistit plynulou návaznost přechodu na přirozenou vodící linii pomocí signálního pásu a označit místo vstupu do vozovky varovným pásem po celé délce snížené obruby. Tyto prvky musí být provedeny z barevně odlišné barvy od okolní konstrukce chodníku a musí být také hmatově odlišeny, aby došlo k rozeznání povrchů při došlápnutí. Signální pás má šířku 0,8 m a varovný 0,4 m. V místě křížení dvou varovných pásů se tento styk přerušuje na

délku 0,8 m.

Všechny výše uvedené požadavky na přechody jsou nejlépe patrný z obrázku 6.2, kde je zakreslen detail jednoho z přechodů v oblasti parkoviště obchodního centra.



Obrázek 6.2: Detail přechodu

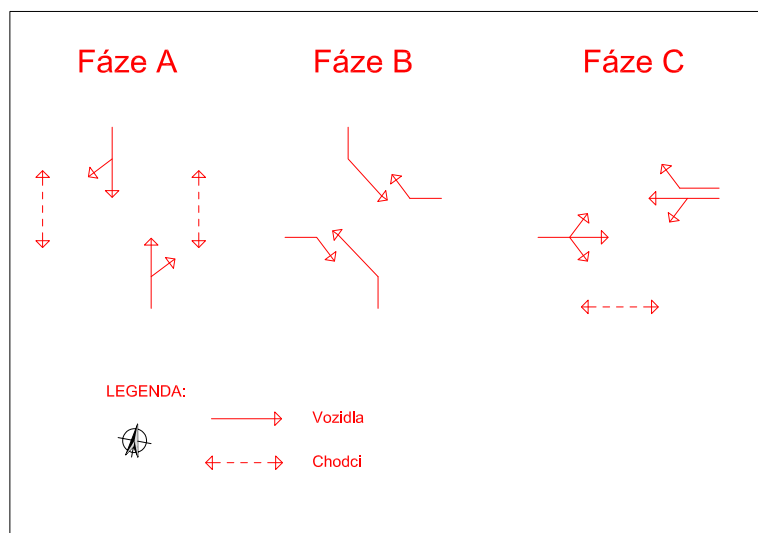
6.4.3 Signální plán SSZ

Schéma fází

Při sestavení signálního plánu je potřeba nejprve navrhnout schéma fází. Volil jsem třífázovou signální skupinu. Ve fázi A proběhne vyklizení hlavních, nejsilnějších směrů, ve směru rovně a doprava. Zároveň v této fázi mají zelenou chodci na vedlejší komunikaci Na Křečku a u obchodního centra. Ve fázi B dojde k vyklizení levých odbočení na hlavní ulici a pravých na vedlejší komunikaci, pomocí zelené doplňkové šipky pro pravé odbočení. Ve fázi C dojde k vyklizení obou větví vedlejší komunikace, jak je patrné na obrázku 6.3.

Tabulka mezičasů

Po vybrání a sestavení fází je nutné sestavit tabulku mezičasů. Nejprve by bylo vhodné



Obrázek 6.3: Schéma jednotlivých fází

definovat mezičas, což je tedy časový interval od konce doby zelené na návěstidle pro určitý směr, do začátku zelené na návěstidle pro směr kolizní. Je to tedy doba potřebná mezi začátkem a koncem dvou kolizních signálních směrů. Jinými slovy se jedná o čas, který je potřeba k tomu, aby poslední vozidlo ze signální skupiny opustilo kolizní plochu dříve než této plochy dosáhne první vozidlo z kolizní signální skupiny. Vzorec pro výpočet mezičasu je následující:

$$t_m = t_v - t_n + t_b \quad [s] \quad (6.1)$$

kde:

t_v je vyklizovací doba [s]

t_n je najížděcí doba [s]

t_b je bezpečnostní doba, která zohledňuje pojíždění žluté [s]

První tedy musíme zakreslit kolizní body jednotlivých směrů, které si označíme V_{xy} , kde x je větev křižovatky a značí se podle konvence od severu po směru hodinových ručiček. Y se pak označuje směr jízdy. Přímé směry se pak označují 1, levé odbočení 2 a pravé odbočení 3. Například uvažujeme-li severní větev křižovatky pro jízdu doleva, bude označení směru V_{12} .

V našem uspořádání křižovatky máme 30 kolizních bodů, jelikož na hlavní komunikaci máme oddělené levé odbočovací pruhy. Schéma kolizních bodů najdeme na obrázku 6.4. Nyní na řadu přichází mravenčí práce, kdy musíme prověřit kolizní body všech směrů kolizních fází, abychom se dopracovali výsledného nejdelšího mezičasu mezi kolizními fázemi. Výpočet času provedeme z naměřených vyklizovacích a najížděcích délek. Pro dobu vyklizení platí vzorec:

$$t_v = \frac{L_v + L_{voz}}{v_v} \quad [s] \quad (6.2)$$

kde:

L_v je vyklizovací dráha [m]

L_{voz} je délka vyklizovacího vozidla [m]

v_v je vyklizovací rychlost [m/s]

A pro dobu najížděcí platí vzorec:

$$t_n = \frac{L_n}{v_n} \quad [s] \quad (6.3)$$

kde:

L_n je najížděcí dráha [m]

v_n je nejížděcí rychlost [m/s]

Pro další výpočty tedy budeme vybírat v_v a v_n z následující tabulky 6.1. L_{voz} uvažujeme 5 m. Najížděcí dráhu L_n a vyklizovací dráhu L_v změříme z kolizních bodů.

Ze vzorců 6.2 a 6.3 je zřejmé, že se tyto vzorce liší o délku vozidla L_{voz} . Z této skutečnosti plyne, že hodnoty mezičasů budou pro dva kolizní směry nabývat dvou různých hodnot podle toho, který směr bude najíždět a který bude vyklizovat.

Na obrázku 6.4 vidíme jeden zvýrazněný tyrkysový kolizní bod, který je uvažovaný pro směry V11 a pro levé odbočení ze směru V32, kde jednou bude najíždět směr V11 a vyklizovat V32 a podruhé naopak. V případě najíždění V11 a vyklizování V32 jsou naměřené hodnoty $L_n = 12,9m$ a $L_v = 21,25m$. Tyto délky dosadíme do vzorců 6.2 a 6.3, společně s délkou vozidla L_{voz} a rychlostí v_n , kterou uvažujeme stejnou jako

Vozidlo	Jízda	v [m/s]	v [km/h]
Motorová vozidla	přímo	9,7	35
	oblouk	7,0	25
Tramvaj	přímo nebo oblouk R >60m	7,0	25
	oblouk R ≥ 25m a zároveň R <60m	5,6	20
	oblouk R <25m	4,2	15
	křižovatky a výhybky po hrotu	4,2	15
	výhybky proti hrotu	2,8	10
Chodci	-	1,4	5
Cyklisté	-	4,2	15

Tabulka 6.1: Tabulka nájezdových a vyklizovacích rychlostí pro jednotlivé typy vozidel a chodců

v_v a dostáváme hodnoty pro $t_n = 1,32s$ a $t_v = 2,7s$. Výsledný mezičas pak bude podle vzorce 6.1 roven $t_m = 3,37s$. Budeme-li pokračovat podle stejného postupu, ale uvažovat případ, kdy směr V11 vyklizuje a V33 najíždí, tedy $L_n = 21,5m$ a $L_v = 12,9m$, dostaneme podle stejných vzorců hodnotu pro $t_m = 1,65s$. Stejným způsobem musíme prověřit všechny kolizní body pro kolizní směry v kolizních fázích. Pro každou fázi vybereme pak nejvyšší hodnotu z těchto mezičasů pro kolizní směry a zapíšeme do přehledné tabulky. Výpočty jsem prováděl v excelu a jsou přiloženy v samostatné příloze 5.2. Zde předkládám výslednou tabulku mezičasů 6.2.

Signální skupina			Najíždí					
			Fáze A		Fáze B		Fáze C	
			V13,V11	V31,V33	V12,V23	V32,V43	V2	V4
Vyklizuje	Fáze A	V13,V11	-	-	-	3	3	4
		V31,V33	-	-	5	-	5	3
	Fáze B	V12,V23	-	3	-	-	3	3
		V32,V43	4	-	-	-	3	3
	Fáze C	V2	4	5	3	4	3	4
		V4	3	4	5	3	5	3

Tabulka 6.2: Tabulka mezičasů kolizních fází

Z této tabulky nám ještě zbývá určit optimalizaci pořadí fází, které jsou $A \rightarrow B \rightarrow C$, nebo $A \rightarrow C \rightarrow B$. Seřadíme si tedy následující mezičasy podle sledu fází z tabulky 6.2:

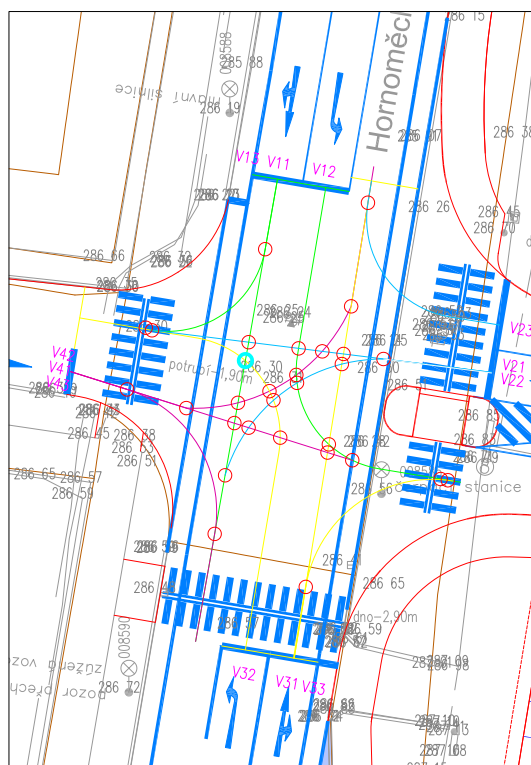
ABC:

A vyklizuje a B najíždí $\rightarrow 4s$

B vyklizuje a C najíždí $\rightarrow 5s$

C vyklizuje a A najíždí $\rightarrow 5s$

Celkem 14 s



Obrázek 6.4: Schéma kolizních bodů

ACB:

A vyklizuje a C najíždí → 5s

C vyklizuje a B najíždí → 5s

B vyklizuje a A najíždí → 3s

Celkem 13s

Součet mezičasů pro sled fází A→C→B vyšel o 1s méně, volím tedy tento sled fází.

Signální plán

Nyní, když známe mezičasy kolizních fází a jejich sled, můžeme přikročit k sestavení signálního plánu. Pro ukázkou postupu a použitých vzorců zde nastíním výpočet pro jeden odbočovací pruh, směr V32, který se nachází ve fázi B a na řadicím pruhu číslo 2. Ostatní výsledky výpočtů jsou přiloženy v samostatné příloze 5.3 formou tabulky. Zvolil jsem si Webstrovu metodu saturovaného toku, což je tedy stanovení délky cyklu a dob zelených podle stupně saturace vjezdů v jednotlivých fázích. Definice samotného saturovaného toku zní: Saturovaný tok je nejvyšší možný počet vozidel, která mohou projet sledovaným profilem za jednotku času, při ideálních podmínkách. Jeho jednotkou

je tedy [voz/hod]. Tato metoda začíná tím, že si určíme tzv. základní saturovaný tok:

$$S_{zákl;i} = 1800 + 100 * (\check{s} - 3,5) \quad [voz/h] \quad (6.4)$$

kde:

\check{s} je šířka řadícího pruhu [m]. Pro směr V32 je $\check{s}=3,25\text{m}$.

Po dosazení dostáváme:

$$S_{zákl;i} = 1800 + 100 * (3,25 - 3,5) = 1775 \quad [voz/h] \quad (6.5)$$

Další veličinou je saturovaný tok vjezdu:

$$S_i = S_{zákl;i} * K_{skl;i} * K_{obl;i} = \quad [voz/h] \quad (6.6)$$

kde:

K_{skl} je koeficient vlivu podélného sklonu $K_{skl} = 1 - 0,002 * a$ [-]

a je parametr stoupání [-]. Když je $s \leq 10\%$ pak je $a = 0$

K_{obl} je koeficient vlivu směrového oblouku a podílu odbočujících vozidel. $K_{obl} = \frac{R}{R+1,5*f}$

f je parametr podílu odbočujících vozidel $f = I_{odb}/I_{celk}$ [-]

V případě, je-li na pruhu podmíněná přednost vlevo odbočujících vozidel a tento pruh není samostatný řadící pruh, pak je $R=1,50\text{m}$. Intenzity I_{odb} a I_{celk} zjistíme z obrázku 4.1, kde máme hodnoty intenzit RPDI, tyto hodnoty stačí přenásobit hodnotou 0,082 a dostaneme požadovanou intenzitu ve špičkové hodině. Podélný sklon komunikace Hornoměřolská je 1,5% a ulice Na Křečku 1%, proto všechny koeficienty K_{skl} budou rovny jedné. Po dosazení koeficientů do rovnice 6.6 dostáváme:

$$S_i = S_{zákl;i} * K_{skl;i} * K_{obl;i} = 1775 * 1 * \frac{7}{7 + 1,5 * \frac{1170}{1170}} = 1461 \quad [voz/h] \quad (6.7)$$

Nyní spočítáme stupeň saturace:

$$y_i = \frac{I_{celk}}{S_i} = \frac{730 * 0,082}{1461} = 0,04 \quad [-] \quad (6.8)$$

kde:

I_{celk} je celková intenzita daného řadícího pruhu (intenzita odbočení + intenzita směru přímo)

Tyto vzorce aplikujeme na všechny řadící pruhy a dostáváme tedy 7 hodnot y_i , ze kterých vybereme maxima pro každou fázi. Pro určení celkového stupně saturace použijeme vzorec:

$$y = \sum_{i=1}^n \max y_i = y_{maxA} + y_{maxB} + y_{maxC} = 0,36 + 0,07 + 0,08 = 0,51 \quad [-] \quad (6.9)$$

kde:

n je počet fází

Dále do tabulky v samostatné příloze 5.3 doplníme jednotlivé mezičasy $t_{m;i}$ z tabulky 6.2 a spočítáme ztrátové časy L_i

$$L_i = t_{m;i} - 1 \quad [s] \quad (6.10)$$

Po dosazení dostáváme $L_A = 4s$; $L_B = 4s$; $L_C = 2s$. Celkový ztrátový čas tedy bude:

$$L = \sum_{i=1}^n L_i = L_A + L_B + L_C = 4 + 4 + 2 = 10s \quad (6.11)$$

kde:

n je počet fází

Dalším členem tabulky je optimální délka cyklu C_{opt} , kterou zjistíme ze vzorce:

$$C_{opt} = \frac{(1,5 * L) + 5}{1 - y} = \frac{(1,5 * 10) + 5}{1 - 0,51} = 41s \quad (6.12)$$

Reálnou délku cyklu C volíme v intervalu $< 0,75C_{opt}; 1,5C_{opt} >$, kde ovšem musíme dodržet limitní hodnoty pro $C_{min} = 30s$ a $C_{max} = 120s$. Zvolil jsem tedy hodnotu $C=60s$. Nyní už jsme schopni spočítat optimální dobu zelené $z_{opt;i}$ a z ní určit reálnou dobu zelené z_i . Z řadících pruhů, které se vyskytují v jednotlivých fázích, vybereme

maximální y_i pro danou fázi, a to dosadíme do následujícího vzorce:

$$z_{opt;i} = \frac{y_{max;i} * (C - L)}{y} - 1 \quad [s] \quad (6.13)$$

V následující tabulce vidíme hodnoty $y_{max;i}$ pro jednotlivé fáze. Po dosazení těchto hodnot do vzorce 6.13 dostáváme $z_{opt;i}$. Po zaokrouhlení a akceptování podmínky, že minimální doba zelené je 5s, určíme i reálnou dobu zelené z_i , která by měla být podobná s $z_{opt;i}$. Hodnoty jsou v následující tabulce:

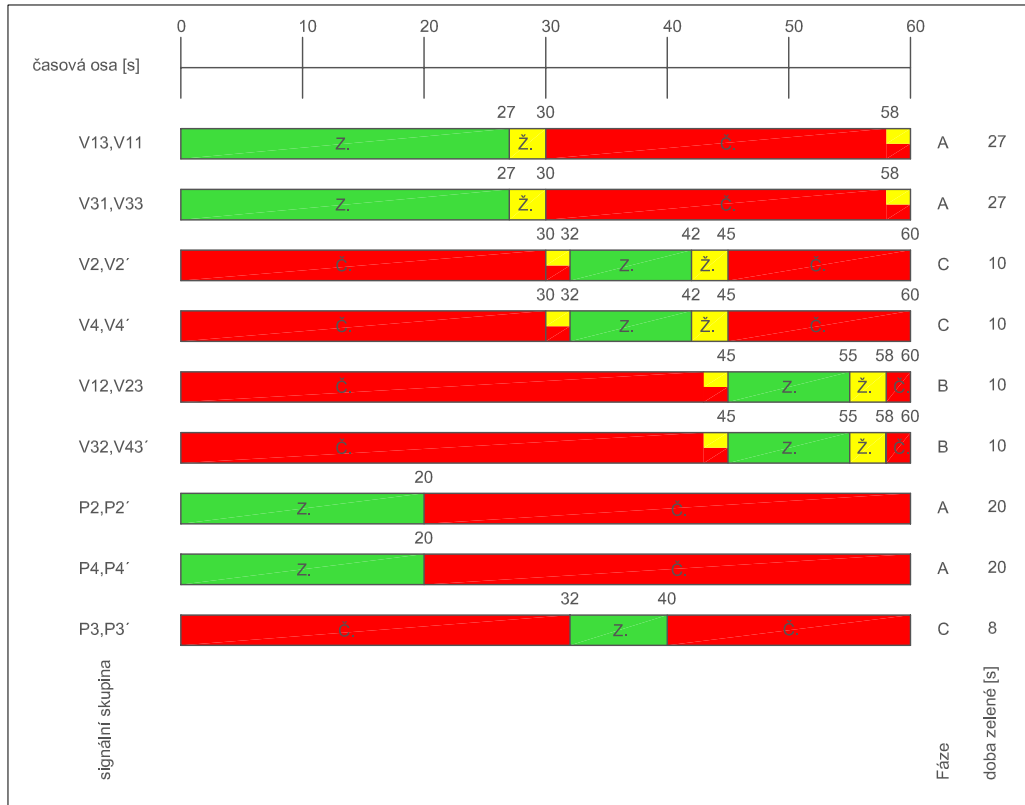
Fáze	$y_{max;i} [-]$	$z_{opt;i} [s]$	$z_i [s]$
A	0,36	33,93	27
B	0,07	5,43	10
C	0,08	7,27	10

Tabulka 6.3: Tabulka vypočtených hodnot optimální doby zelené a reálné doby zelené

Nyní tedy známe doby zelených signálů a doby jednotlivých mezičasů. Časy signálů žluté budeme uvažovat klasické 3s a červenožluté 2s. S tímto jsme schopni sestavit signální plán, který vidíme na obrázku 6.5. V tabulkové příloze 5.3 dále pokračují výpočty pro kapacitu K_i a rezervu R_i vjezdů a potřebnou délku řadících pruhů $L_{p;i}$. Tyto hodnoty mají pro práci informativní a kontrolní charakter, proto zde uvedu pouze vzorce, podle kterých se tyto veličiny počítaly:

1. Kapacita vjezdů:

$$K_i = S_i * \frac{z_i + 1}{C} \quad [voz/hod] \quad (6.14)$$



Obrázek 6.5: Signální plán křižovatky Hornoměřolská x Na Křečku

2. Rezerva vjezdů:

$$R_i = \left(1 - \frac{I_i}{K_i}\right) * 100 \quad [\%] \quad (6.15)$$

kde:

I_i je celková intenzita na vjezdu i

3. Délka řadících pruhů:

$$L_{p,i} = 7,00 * \frac{I_i}{E} * \frac{C - z_i}{C} \quad [m] \quad (6.16)$$

kde:

E je hodinový počet cyklů

6.4.4 Kapacitní posouzení

Kapacitu světelně řízené křižovatky zpravidla udává nejnižší rezerva kapacity vjezdu 6.15. Výsledná úroveň kvality dopravy se posuzuje podle střední doby zdržení a hodnotí se stupněm A až F, viz tabulka 6.5. Tuto střední dobu zdržení spočítáme podle Wwebstrova vztahu:

$$t_w = 0,9 * \left(\frac{(C_y - z)^2 * S}{2 * C_y * (S - I_n)} + \frac{x^2 * 3600}{2 * I_n * (1 - x)} \right) \quad (6.17)$$

kde:

t_w je střední doba zdržení na vjezdu do řízené křižovatky [s]

C_y je délka cyklu řízení [s]

z je doba signálu volno na vjezdu [s]

S je saturovaný tok vjezdu [pvoz/h]

I_n je návrhová intenzita na vjezdu [pvoz/h]

x je pomocná proměnná

$$x = \frac{I_n * C_y}{S * z} \quad (6.18)$$

Všechny tyto potřebné veličiny pro výpočet jsem zařadil do tabulky 6.5. Po aplikaci vzorce 6.17 dostáváme výsledky pro střední dobu zdržení t_w a k nim přiřazené hodnoty úrovně kvality dopravy, podle tabulky 6.5.

Pruh	C_y [s]	z [s]	S [s]	I_n [voz/h]	x [-]	t_w [s]	ÚKD
1	60	30	1772,15	568	0,6404	13,1853	A
2	60	10	1461,76	60	0,2457	21,7166	B
3	60	10	1482,35	65	0,2622	21,9372	B
4	60	10	1634,02	81	0,29508	22,2098	B
5	60	27	1769,70	631	0,79182	20,4262	B
6	60	10	1461,76	96	0,3938	24,3867	B
7	60	10	1554,74	132	0,50632	26,89	B

Tabulka 6.4: Tabulka vypočítaných středních dob zdržení a úrovně kvality dopravy

Nejhorší úroveň kvality dopravy je tedy na stupni B, což znamená, že tato křižovatka kapacitně vyhovuje.

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení v sekundách
Označení	Charakteristika kvality dopravy	
A	Velmi dobrá	<20
B	Dobrá	<35
C	Uspokojivá	<50
D	Dostatečná	<70
E	Nestabilní	<100
F	Nevyhovující	>100

Tabulka 6.5: Tabulka úrovně kvality dopravy

7 Napojení obchodního centra na stávající komunikační síť - Var. 2 - OK

7.1 Návrh geometrie okružní křižovatky

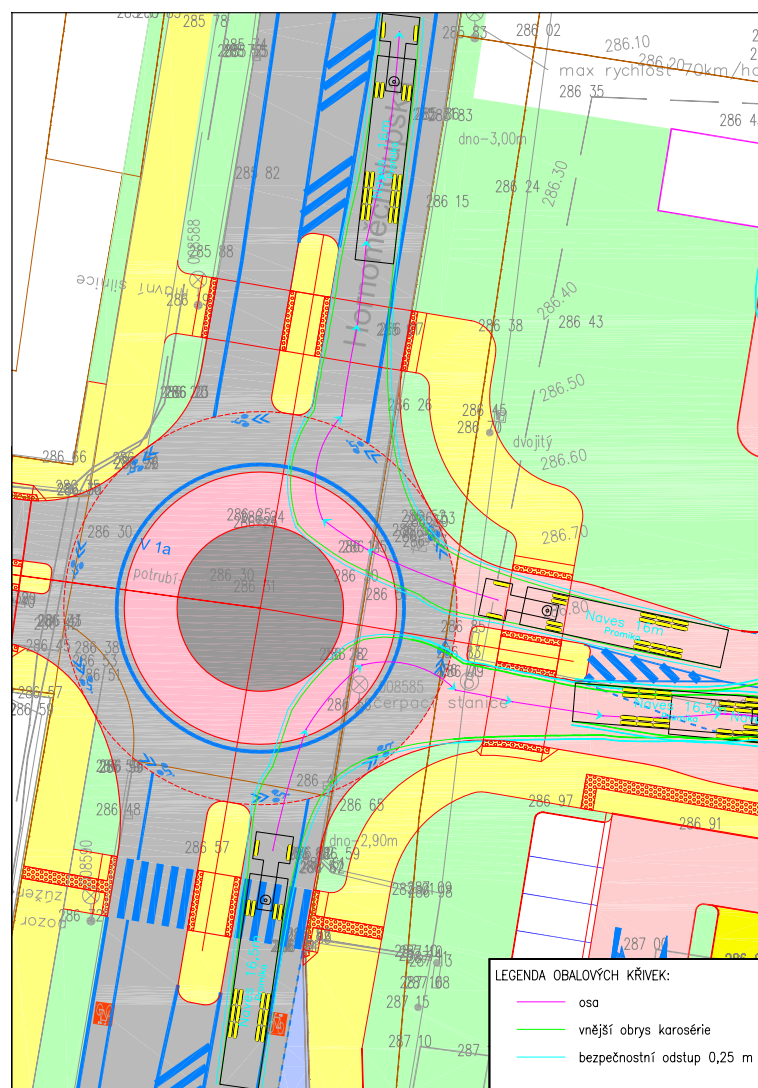
Okružní křižovatka je jako celek navržena v souladu s TP 135 [4], projektování okružních křižovatek, tak aby vyhověla bezpečnostním a kapacitním požadavkům a aby nedocházelo k tangenciálnímu průjezdu. Prvním parametrem geometrie okružní křižovatky je vnější průměr jejího okružního pásu. Ten sem volil s ohledem na místní prostorové podmínky 26m. Větší průměr jsem si již nemohl dovolit. Bylo ovšem nutné počítat s průjezdem zásobování, tedy velkých nákladních souprav, do prostoru obchodního centra z hlavních směrů. Proto jsem volil variantu okružní křižovatky s pojížděným prstencem, aby mohlo dojít k ojedinělému pojezdu těchto nákladních souprav. O průjezdu nákladních souprav pojednává další podkapitola nazvaná Obalové křivky 7.1.1 Aby bylo zamezeno pojezdu prstence osobními automobily, které mají snahu projíždět křižovatku tangenciálně, navrhuji oddělit prstenec od jízdního pásu souvislou čarou č. V 1a. Další prvek, který by měl psychologicky odradit řidiče osobních automobilů od pojíždění prstence, by měla být zvýšená výšková úroveň tohoto prstence, která je dorovnána a ohraničena sklopenou obrubou s nášlapem +0 cm. Plocha prstence by taktéž měla mít odlišnou barvu od krytu vozovky, např. červenou.

Šířkové uspořádání výjezdů a vjezdů na OK jsem volil klasické, podle doporučení uvedených v TP 135 [4]. Tedy šířka na vjezdu na OK je rovna 3,5 m a na výjezdu je rovna 4 m. Pouze na křižovatkové větvi u obchodního centra jsem zvolil širší uspořádání z důvodu již zmiňovaného předpokládáného výskytu nákladních souprav. Zde je tedy šířka vjezdu rovna 4 m a výjezdu 4,65 m. Poloměry odbočovacích směrových

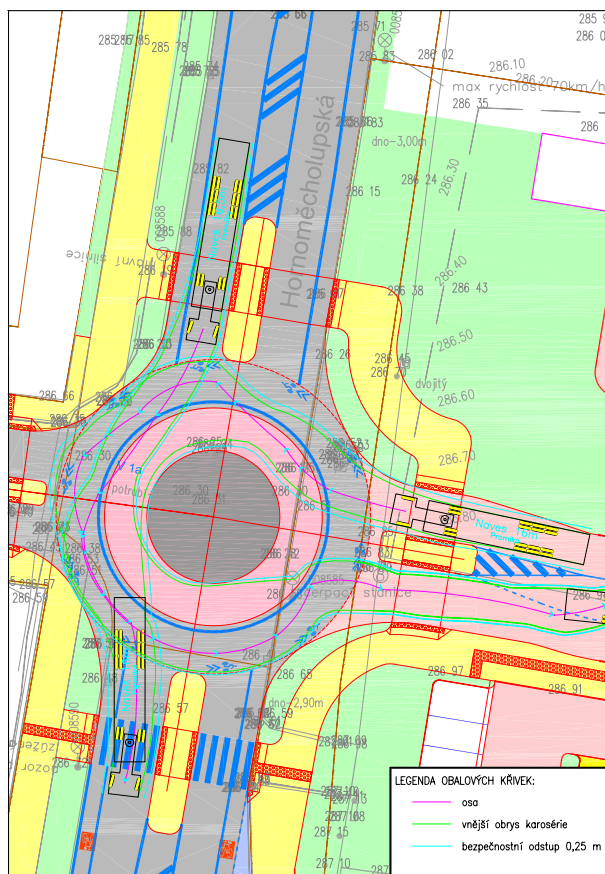
oblouků v pravém okraji jízdního pásu na odbočovací větev jsou navrženy 15 metrové. Poloměry připojovacích směrových oblouků v pravém okraji jízdního pásu z vjezdové větve na OK jsou rovny 8 m.

7.1.1 Obalové křivky

Na následujících dvou obrázcích 7.1 a 7.2 vidíme schéma obalových křivek pro pravé a levé odbočení do a z větve okružní křižovatky směrem k obchodnímu centru. Obalové křivky jsou kresleny v programu AutoTurn a jako vozidlo jsem volil návesovou soupravu s délkou 16,5 m.



Obrázek 7.1: Schéma obalových křivek pro pravé odbočení



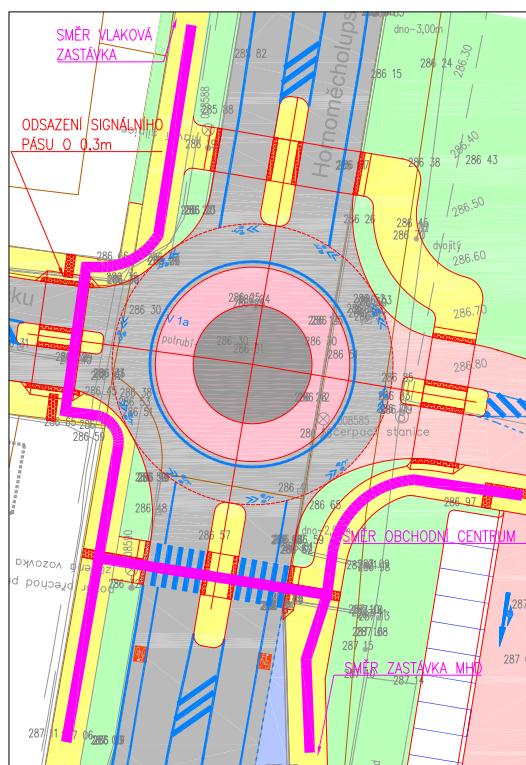
Obrázek 7.2: Schéma obalových křivek pro levé odbočení

7.2 Místa pro přecházení a přechody pro chodce

Ve snaze o co největší propustnost a plynulost provozu přes křižovatku navrhuji u OK pouze jeden přechod pro chodce a tři místa pro přecházení. Tento jediný přechod je navržen v místě předpokládaného největšího výskytu pěších vazeb, vyvolaných jednak zastávkou MHD a jednak obchodním centrem. Přechod je rozdělený ochranným ostrůvkem šířky 2,9 m, což poskytne ochranu i osobám doprovázejícím kočárek nebo osobám na invalidním vozíku. Dále je označen svislou vodorovnou značkou IP 6 v obou směrech. Prvky pro nevidomé jsou narženy stejným způsobem jako u varianty 1, zmíněné v kapitole 6.4.2. Detaily těchto prvků jsou pak vidět na obrázku 6.2.

Co se týká míst pro přecházení, jsou rovněž vybaveny ochrannými ostrůvky s nejméně šířkou rovnou 2m. Prvky pro nevidomé na místech pro přecházení jsou zřízeny podle změny Z1 normy ČSN 73 6110/Z1 z roku 2010. Tedy že v místě pro přecházení musí být zřízen varovný pás v délce snížené obruby a signální pás může být zřízen a od-

sazen o 0,3 - 0,5 m od varovného. Pokud se toto místo pro přecházení nedá považovat za bezpečné pro osoby se zrakovým postižením, tak se tento signální pás nezřizuje. Pro zachování maximální bezpečnosti jsem tedy signální pás navrhnul pouze u jednoho místa pro přecházení, přičemž je zde ale zachována návaznost všech pěších vazeb. Schéma situace míst pro přecházení společně se zachovalými pěšími vazbami, které jsou značeny fialovou křivkou, vidíme na obrázku 7.3.



Obrázek 7.3: Detail míst pro přecházení a pěších vazeb

7.3 Zastávky MHD

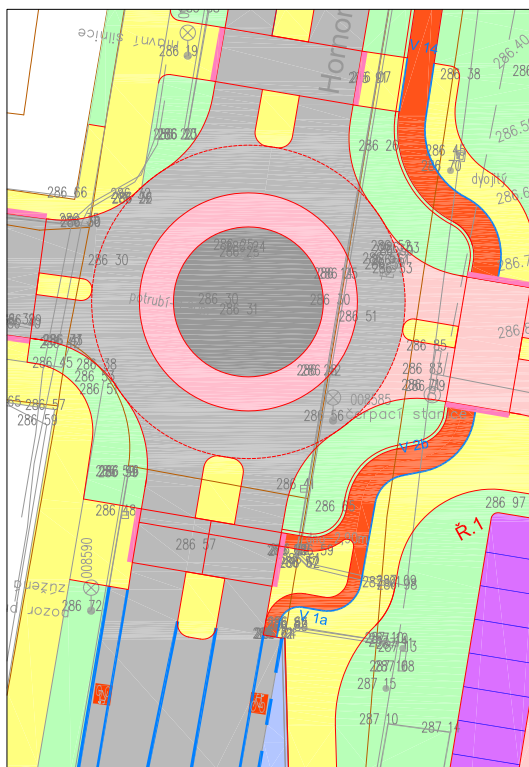
Autobusová zastávka Na křečku v této variantě zůstává v obou směrech stejná jako ve variantě 1. Popis a odůvodnění jednotlivých prvků najdeme v kapitole 6.2.

7.4 Vedení cyklistů

Zde bude trošku rozdíl oproti první variantě. Musíme totiž cyklisty bezpečně převést přes okružní křižovatku. Mám dvě možnosti jak toto převedení uskutečnit a to buď, v hlavním dopravním prostoru, a nebo ve vedlejším prostoru. V situaci mám zakresle-

nou variantu, kde cyklisty převádím v hlavním dopravním proudu po vnějším okraji jízdního pásu. Tuto variantu udávám jako hlavní, protože podle studií se prokazuje jako bezpečnější alternativa vedení cyklistů. Na vnějším okraji jízdního pásu jsou vyznačeny piktogramy.

Variantu s vedením cyklistů mimo prostor OK jsem schématicky zapracoval a předkládám ji zde na obrázku 7.4. Cyklostezka je zde vyznačena oranžovou šrafovou. Na první pohled vidíme že tato možnost je trochu komplikovanější. Z jihu směrem od autobusové zastávky na sever vidíme přechod vedení z hlavního dopravního prostoru do vedlejšího na stezku pro chodce a cyklisty s obousměrným provozem. Cyklisty tedy převádíme přes rameno křižovatky směrem k obchodnímu centru. V místě u zastávky MHD tedy musíme protější směr cyklistické dopravy převést přes hlavní ulici, aby mohl dále pokračovat směrem na jih po jízdním pruhu pro cyklisty v hlavním dopravním prostoru. Toto řešení je trochu více krkolomné, proto jsem ho nezvolil a zde ho předkládám pouze jako schématickou ukázkou.



Obrázek 7.4: Varianta vedením cyklistů mimo prostor OK.

7.5 Kapacitní posouzení

Poslední věcí, kterou zbývá udělat u návrhu okružní křižovatky, je její kapacitní posouzení. Jak je patrné z obrázku 4.1, součet všech intenzit vjezdů na OK je roven: $I_{vj} = 1770 + 8860 + 1600 + 7650 = 19880 \text{ voz./24h}$. Překročení hranice 18000 voz./24h je jedním z předpokladů nutnosti tuto okružní křižovatku kapacitně posoudit. Dalším faktorem může být i to, že předpokládám horší výsledky úrovně kvality dopravy u vjezdů na OK z vedlejších větví křižovatky. To může být zapříčiněno nerovnoměrností intenzit, která je opět patrná z kartogramu intenzit dopravy 4.1. Postup posouzení kapacity je v souladu s TP 234 [5], posuzování kapacity okružních křižovatek. Nejprve je nutné stanovit výchozí hodnoty včetně geometrických prvků. Tyto prvky vidíme v následující tabulce 7.1. Jednotlivé veličiny jsou pak následně popsány. K lepší orientaci je nutno přiložit schématické znázornění křižovatky, to je zachyceno na obrázku 7.5.

Paprsek	Název	$n_k[-]$	$n_i[-]$	$n_e[-]$	$R_i[m]$	$R_e[m]$	$b[m]$	$d_p[m]$
1	Paprsek1	1	1	1	8	15	7,95	
2	Paprsek 2	1	1	1	8	15	8,10	10,30
3	Paprsek 3	1	1	1	8	8	6,95	
4	Paprsek 4	1	1	1	8	15	8,35	

Tabulka 7.1: Tabulka výchozích geometrických prvků

kde:

n_k je počet pruhů na okruhu

n_i je počet pruhů na vjezdu

n_e je počet pruhů na výjezdu

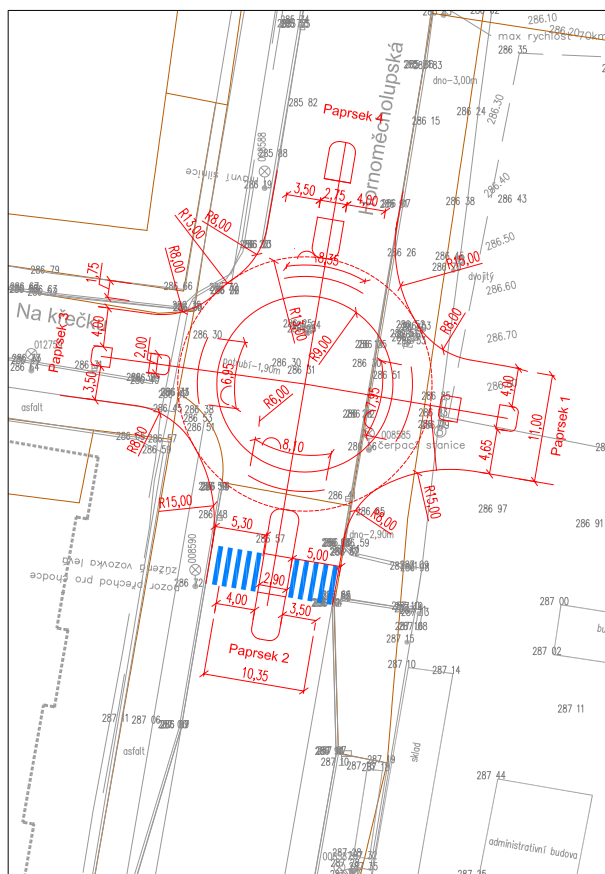
$R_i[m]$ je poloměr vjezdů

R_e je poloměr výjezdu

b je vzdálenost kolizních bodů, v situaci je to okótovaný oblouk na ose jízdního pásu

d_p je délka přechodu

Další vstupní veličinou, se kterou budeme dále počítat, jsou hodinové intenzity dopravy. Ty jsou v následující tabulce 7.2 přepočítány z kartogramu intenzit z obrázku 4.1 z průměrného pracovního dne na hodinové, přenásobením koeficientem 0,082. Tyto



Obrázek 7.5: Schéma okružní křižovatky pro kapacitní posouzení

intenzity byly překresleny do kartogramu intenzit okružní křižovatky, aby bylo možno zjistit intenzitu na jízdním pásmu OK. Tento kartogram vidíme na obrázku 7.6.

Do paprsku z paprsku	Název	i_1 [voz/h]	i_2 [voz/h]	i_3 [voz/h]	i_4 [voz/h]	Součet (vjezd)
1	i_1 [voz/h]	0	65	20	60	145
2	i_2 [voz/h]	60	0	83	520	663
3	i_3 [voz/h]	21	95	0	48	164
4	i_4 [voz/h]	65	566	28	0	659
Součet (výjezd)		146	726	131	628	

Tabulka 7.2: Tabulka přepočítaných intenzit na hodinové

Nyní už můžeme začít sestavovat tabulku 7.3 s mezivýpočty, které jsou nutné pro určení střední doby zdržení, která nám následně určí výsledné úrovně kvality dopravy. Do této tabulky si nejprve přepíšeme intenzity na okruhu I_k a intenzity vjezdů I_i . Nyní již můžeme začít provádět mezivýpočty.

Paprsek	I_k [voz/h]	I_i [voz/h]	C_i [voz/h]	Rez [voz/h]	t_w [s]	a_w [-]	$N_{95\%}$ [m]	UKD [-]
1	690	145	589,55	445	8,09	0,25	6	A
2	109	726	1059,82	334	10,68	0,69	38	B
3	640	131	625,67	495	7,27	0,21	5	A
4	117	627	1052,55	426	8,42	0,60	26	A

Tabulka 7.3: Tabulka s mezivýpočty a určením úrovně kvality dopravy

Nejprve stanovíme kapacitu vjezdu podle vzorce:

$$C_i = 3600 * \left(1 - \frac{\Delta * I_k}{n_k * 3600}\right)^{n_k} * \frac{n_{i,koeff}}{t_f} * e^{-\frac{I_k}{3600} * (t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta)} \quad (7.1)$$

kde:

C_i je kapacita vjezdu [voz/h]

I_k je intenzita dopravy na okruhu [voz/h]

n_k je počet jízdních pruhů na okruhu [-]

$n_{i,koeff}$ je koeficient zohledňující počet jízdních pruhů na vjezdu [-],

$n_{i,koeff} = 1,00$ pro jednopruhové vjezdy

$n_{i,koeff} = 1,50$ pro dvoupruhové vjezdy

t_g je kritický časový odstup [s]

t_f je následný časový odstup [s]

Δ je minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími na okruhu za sebou [s]

Hodnoty t_g t_f a Δ jsou tabulkové a rozlišují se podle počtu jízdních pruhů na okruhu

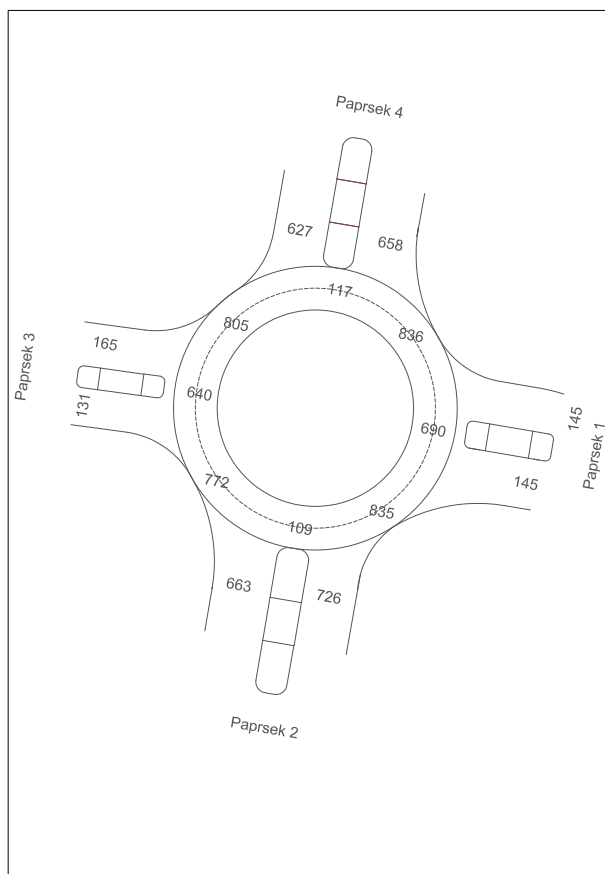
a podle geometrie křižovatky:

Typ OK	t_g [s]		t_f [s]		Δ [s]
OK s jedním pruhem na okruhu	$b < 11,00\text{m}$	$t_b = 4,5$	$R_i < 8,00\text{m}$	$t_f = 3,1$	$\Delta = 2,1$
	$11,00\text{m} \leq b \leq 20,00\text{m}$	$t_g = 5,6 - 0,1 * b$	$8,00\text{m} \leq R_i \leq 16,00\text{m}$	$t_f = 3,6 - 0,0625 * R_i$	
	$b > 20,00\text{m}$	$t_g = 3,6$	$R_i > 16,00\text{m}$	$t_f = 2,6$	

Tabulka 7.4: Tabulka pro určení veličin t_g t_f a Δ

Další veličinou v tabulce 7.3 je rezerva kapacity. Tu určíme ze vzorce:

$$Rez = C_i - I_i \quad [\text{voz/h}] \quad (7.2)$$



Obrázek 7.6: Schéma kartogramu intenzit okružní křižovatky [voz/h]

kde:

C_i jsou kapacity vjezdů [voz/h]

I_i jsou intenzity dopravy na vjezdu [voz/h]

Nyní překročíme k trochu složitějšímu výpočtu pro stanovení střední doby zdržení t_w :

$$t_w = D_1 + E + \frac{1}{\mu} \quad [s] \quad (7.3)$$

D_1 je pomocná veličina pro výpočet a počítá se podle vzorce:

$$D_1 = \frac{1}{2} * (\sqrt{F^2 + G} - F) \quad (7.4)$$

Veličiny F a G jsou opět pomocné a počítají se podle následujících vzorců:

$$F = \frac{1}{\mu_0 - q_0} * \left[\frac{T}{2} * (\mu - q) * y + \left(y - \frac{\mu - \mu_0 + q_0}{\mu} \right) \right] + E \quad (7.5)$$

kde:

μ_0 je kapacita v čase po špičkovém intervalu [voz/s], $\mu_0 = ni, koef * \frac{1600}{3600}$

μ je kapacita pruhu podřazeného dopravnímu proudu v uvažovaném intervalu [voz/s],

$$\mu = \frac{C_i}{3600}$$

q_0 je intenzita podřazeného dopravního proudu po špičkovém intervalu [voz/s], $q_0 = q$

q je intenzita podřazeného dopravního proudu [voz/s], $q = \frac{I_i}{3600}$

T je doba trvání požadovaného intervalu [S], $T = 3600$ s

y je pomocná veličina $y = 1 - \frac{\mu - \mu_0 + q_0}{q}$

$$G = \frac{2 * T * y}{\mu_0 - q_0} * \left[\frac{q}{\mu} - (\mu - q) * E \right] \quad (7.6)$$

kde:

E je pomocná veličina $E = \frac{q_0}{\mu_0 * (\mu_0 - q_0)}$

po dosazení rovnic 7.4, 7.5 a 7.7 do vzorce 7.3 dostáváme hodnoty střední doby zdržení t_w , které jsou zapsány v tabulce 7.3. Veškeré další pomocné veličiny potřebné k výpočtům jsou pak v tabulkách 7.5 a 7.6:

Paprsek	$n_{i,koef}$	t_g [s]	t_f [s]	Δ [s]	μ [voz/s]	q [voz/s]	μ_0 [voz/s]
1	1,00	4,5	3,10	2,10	0,1637	0,041	0,444
2	1,00	4,5	3,10	2,10	0,2944	0,202	0,444
3	1,00	4,5	3,10	2,10	0,1738	0,036	0,444
4	1,00	4,5	3,10	2,10	0,2924	0,174	0,444

Tabulka 7.5: Tabulka pro určení pomocných veličin 1

Paprsek	D_1	F	G	E	Y
1	1,757	3853,58	27094,9	0,224	6,969
2	5,416	515,75	11291,4	1,869	0,7441
3	1,316	4529,943	23858,5	0,201	7,438
4	3,548	691,765	9869,11	1,449	0,873

Tabulka 7.6: Tabulka pro určení pomocných veličin

Nyní můžeme pokračovat v doplňování tabulky 7.3. V dalším sloupečku musíme stanovit délku fronty $N_{95\%}$ a to podle následujícího vzorce:

$$N_{95\%} = \frac{3}{2} C_n * (a_v - 1 + \sqrt{(1 - a_v)^2 + 3,0 * \frac{8 * a_v}{C_n}}) \quad (7.7)$$

kde:

$N_{95\%}$ je délka fronty [m]

a_v je stupeň vytížení [-], $a_v = \frac{I_i}{C_n}$

V posledním sloupečku zbývá jenom doplnit úroveň kvality dopravy, které se posuzují podle střední doby zdržení, podle tabulky¹ 7.7 :

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení v sekundách
Označení	Charakteristika kvality dopravy	
A	Velmi dobrá	<10
B	Dobrá	<20
C	Uspokojivá	<30
D	Dostatečná	<45
E	Nestabilní	<45
F	Nevyhovující	* ¹

Tabulka 7.7: Tabulka úrovně kvality dopravy

Předpoklad, že nejhoršího stupně budou dosahovat paprsky vedlejších větví křižovatky se nepotvrdil. Nejhoršího stupně B dosahuje paprsek 2, což je jižní směr v ulici Hornoměcholupská. Křižovatka tedy kapacitně vyhovuje.

¹UDK na stupni F je dosaženo při hodnotě stupně $a_v > 1$

8 Konstrukce vozovek, chodníků a parkovacích stání.

Materiálové konstrukce ploch, spadajících do správy obchodního centra, jsou navrženy podle směrnic těchto obchodních center z roku 2013. Ostatní plochy jsou navrženy v souladu s TP 170 „Navrhování vozovek pozemních komunikací“, schválenými MD ČR - OPK pod č.j. 517/04-120-RS/1, včetně Dodatku TP 170 schváleného MD ČR - OSI pod č.j. 682/10-910-IPK/1 s účinností od 1.9.2010.

8.1 Konstrukce Parkovacích stání

Parkovací stání jsou navržena s krytem dlážděným cementobetonovou skladebnou dlažbou (dle směrnice obchodního centra, 20/20/10 cm, odolná proti mrazu a posypové soli, dlažba bez zkosených hran, pevnost v tlaku 60 N/mm^2 , uložená na lože ze směsi drceného písku a drtě 0-5mm) a konstrukcí ve složení FH2 (D1-D-3-VI-PIII):

Název vrstvy	Označení vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Hutnění [Mpa]
Betonová dlažba	DLI	100	-
Lože z drti 0-5	L	40	120
Mechanicky zp. kamenivo	MZK	150	100
Štěrkodrt	min. $\check{S}D_b$	150	75
Celkem:		440	

Tabulka 8.1: Tabulka vrstev pro parkovací stání

8.2 Konstrukce vozovky zpřístupňující jednotlivá parkovací místa

Komunikace zpřístupňující jednotlivá parkovací místa se provede s krytem asfaltovým (způsob zdrsnění a úpravy povrchu dle směrnice obchodního centra a v souladu s ČSN 73 6121, zdrsnující posyp se provádí z neobaleného nebo předobaleného kameniva frakce 1/3 v množství 1 kg.m^{-2}) a konstrukcí ve složení FH1 (D1-N-2-IV-PIII):

Název vrstvy	Označení vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Hutnění [Mpa]
Asfaltový beton obrusný	ACO 8	40	-
Postřík spojovací emulzí	PS, E	0,20 kg/m ²	-
Asfaltový beton ložný	ACL 16+	60	-
Postřík spojovací emulzí	PS, E	0,20 kg/m ²	-
Asfaltový beton podkladní	ACP 16+	50	-
Postřík spojovací emulzí	PS, E	0,40 kg/m ²	-
Infiltrační postřík asfaltový	PI, E	1,00 kg/m ²	120
Štěrkožrť 0-45	min. ŠD _A	150	100
Štěrkožrť 0-45	min. ŠD _A	150	75
Celkem:		450	

Tabulka 8.2: Tabulka vrstev pro komunikaci zpřístupňující jednotlivá parkovací stání

8.3 Kontrukce chodníků pro pěší ve správě obchodního centra

Chodníky pro pěší ve správě obchodního centra jsou navrženy s krytem dlážděným cementobetonovou skladebnou dlažbou (dle KaBa 2013, vázaná dlažba z betonových tvárnic, odolná proti mrazu a posypové soli, s obrusnou vrstvou z křemenné ledovcové drti, ze dvou vrstev, hrany bez zkosení, pevnost v tlaku 60 N/mm², dlažba uložená na lože ze směsi drobného drceného kameniva 0/5 mm)(šířka chodníku < 1 m, formát dlažby 10/10/8 cm, šířka chodníku > 1 m, formát dlažby 20/20/8 cm) a konstrukcí ve složení FH6 (D2-D-1-O-PIII):

Název vrstvy	Označení vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Hutnění [Mpa]
Betonová dlažba	DLI	80	-
Lože z drti 0-5	L	30	80
Štěrkožrť 0-45	min. ŠD _b	290	45
Celkem:		400	

Tabulka 8.3: Tabulka vrstev chodníků pro pěší ve správě obchodního centra

8.4 Kontrukce chodníků pro pěší ve správě města

Chodníky ve správě města určené pouze pro pěší se provedou s krytem dlážděným cementobetonovou dlažbou (typ dlažby bude dle požadavku města) a konstrukcí ve

složení (D2-D-1, TDZ CH):

Název vrstvy	Označení vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Hutnění [Mpa]
Betonová dlažba	DL	60	-
Lože z drti	L	30	
Štěrkoдр 0-45	min. ŠD _b	150	30
Celkem:		400	

Tabulka 8.4: Tabulka vrstev chodníků pro pěší ve správě města

8.5 Kontrukce komunikace napojující obchodní centrum na ulici Hornoměřcholupskou

Součástí Komunikací a zpevněných ploch je i komunikace, která zprostředkovává napojení parkoviště na novou okružní křižovatku, resp. světelně řízenou křižovatku ul. Hornoměřcholupská x ul. Na Křečku. Tato komunikace se provede s krytem asfaltovým a konstrukcí ve složení FH1 (D1-N-2-IV-PIII):

Název vrstvy	Označení vrstvy	Tloušťka vrstvy [mm]	Hutnění [Mpa]
Asfaltový beton obrusný	ACO 8	40	-
Postřík spojovací emulzí	PS, E	0,20 kg/m ²	-
Asfaltový beton ložný	ACL 16+	60	-
Postřík spojovací emulzí	PS, E	0,20 kg/m ²	-
Asfaltový beton podkladní	ACP 16+	50	-
Postřík spojovací emulzí	PS, E	0,40 kg/m ²	-
Infiltrační postřík asfaltový	PI, E	1,00 kg/m ²	120
Štěrkoдр 0-45	min. ŠD _A	150	100
Štěrkoдр 0-45	min. ŠD _A	150	75
Celkem:		450	

Tabulka 8.5: Tabulka vrstev pro komunikaci napojující obchodní centrum na okružní křižovatku resp. světelně řízenou křižovatku

8.6 Obruby

Pro oddělení pojezděných ploch od ploch zeleně a chodníků se použijí betonové obrubníky 150x250mm do betonového lože s opěrou. Výška nášlapu je 0,08m v parkovišti, 0,15m ve vozovkách a u přechodů pro pěší pak 0,02m. Pro oddělení ploch pro pěší od zeleně je navržen betonový obrubník 80x250mm kladený do betonového lože s opěrou. Pro oddělení dlažby parkovacích stání a asfaltové vozovky se použijí betonové obrubníky v úrovni povrchu, rozměry 80x250mm, do betonového lože s opěrou.

8.7 Výkaz výměr

8.7.1 Výkaz výměr pro variantu 1

Zde překládám zjednodušený výkaz výměr s nově navrhovanými plochami, obrubami a výčet dopravního značení.

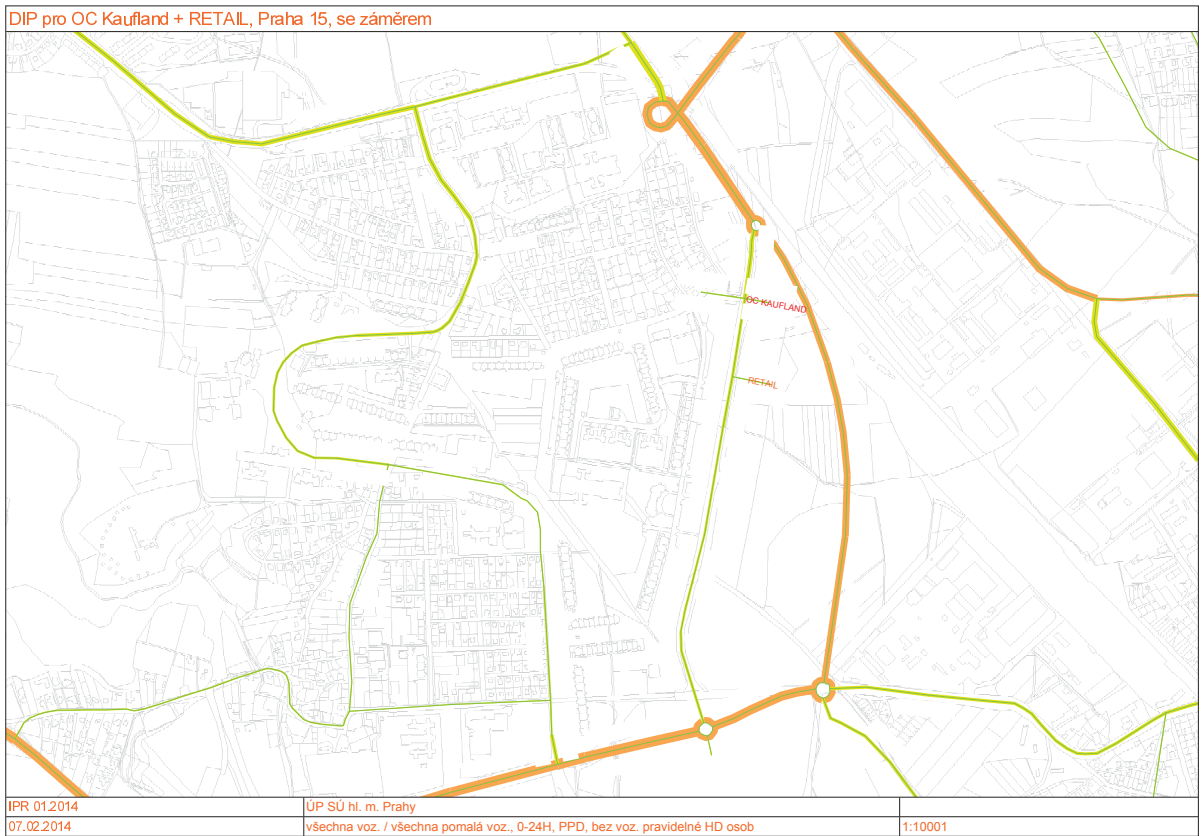
Číslo položky	Popis položky	Měrná jednotka	Množství
Komunikace			
1	Konstrukce vozovky zpřístupňující jednotlivá parkovací stání viz 8.2	m ²	3308
2	Konstrukce komunikace napojující obchodní centrum na světelně řízenou křižovatku 8.5	m ²	1677
3	Konstrukce parkovacích stání viz 8.1	m ²	2887
4	Konstrukce chodníku ve správě obchodního centra viz 8.3	m ²	1365
5	Konstrukce chodníku ve správě města viz 8.4	m ²	863
6	Zeleň	m ²	718
Obruby			
7	Silniční betonové obruby 150x250mm do betonového lože s opěrou	m	1573
8	Betonové záhonové obruby 80x250mm do betonového lože s opěrou	m	797
Dopravní značení vodorovné			
9	Vodorovné dopravní značení provedené nátěrem nebo nástřikem na vozovku, barva bílá	m ²	460
Dopravní značení svislé			
12	C4a	ks	2
13	B2	ks	2
14	E13	ks	2
15	E8e	ks	2
16	IP4b	ks	1
18	IP12	ks	5
19	B24b	ks	1

8.7.2 Výkaz výměr pro variantu 2

Číslo položky	Popis položky	Měrná jednotka	Množství
Komunikace			
1	Konstrukce vozovky zpřístupňující jednotlivá parkovací stání viz 8.2	m ²	3245
2	Konstrukce komunikace napojující obchodní centrum na OK vč. OK viz 8.5	m ²	1958
3	Konstrukce parkovacích stání viz 8.1	m ²	2825
4	Konstrukce chodníku ve správě obchodního centra viz 8.3	m ²	1424
5	Konstrukce chodníku ve správě města viz 8.4	m ²	1032
6	Zeleň	m ²	886
Obruby			
7	Silniční betonové obruby 150x250mm do betonového lože s opěrou	m	1480
8	Betonové záhonové obruby 80x250mm do betonového lože s opěrou	m	850
Dopravní značení vodorovné			
9	Vodorovné dopravní značení provedené nátěrem nebo nástřikem na vozovku, barva bílá	m ²	382
Dopravní značení svislé			
10	P4	ks	4
11	C1	ks	4
12	C4a	ks	8
13	B2	ks	3
14	E13	ks	2
15	E8e	ks	2
16	IP4b	ks	2
17	IP6	ks	2
18	IP12	ks	5
19	B24b	ks	1

9 Závěr

V této práci předkládám dvě varianty řešení napojení obchodního centra na stávající komunikační síť. V závěru doporučuji variantu řešení napojení s okružní křižovatkou. Kapacitní výsledky OK dosahují lepších hodnot než světelně řízená křižovatka, jak můžeme vidět v kapitole 7.5 a 6.4.4. Tedy střední doby zdržení dosahují u okružní křižovatky cca poloviny oproti světelně řízené. Dále OK považuji za lepší řešení z hlediska plynulosti provozu, jelikož mimo špičkovou hodinu, kdy intenzity provozu nejsou tak silné, působí okružní křižovatka lépe z hlediska plynulosti dopravního proudu. Tento nedostatek světelně řízené křižovatky by se dal sice odbourat sestavením dynamického signálního plánu, ale pořád je principem světelně řízené křižovatky STOP and GO efekt, který OK může odbourat při nižších intenzitách. Dalším faktem, který výrazně přiklání můj názor na stranu okružní křižovatky, je plánované vybudování nové paralelní komunikace s ulicí Hornoměřolskou, která by se na ní měla napojit 100m severně od řešeného obchodního centra. Toto napojení by mělo být uskutečněno rovněž pomocí okružní křižovatky. Naopak na jihu území by se měla napojovat na ulici Novopetrovickou opět pomocí OK. Stávající napojení ulice Hornoměřolské s ulicí Novopetrovickou je řešené světelně řízenou křižovatkou, která by měla být přebudována rovněž na okružní. Tyto plánované dopravní změny v území jsou nejlépe patrné z podkladů od IPR Hl. M. Prahy na obrázku 11.7. V rámci jednotnosti území bych tedy doporučoval provést napojení obchodního centra pomocí okružní křižovatky.



Obrázek 9.1: Podklady od IPR Hl. M. Prahy

10 Literatura a zdroje

- [1] ČSN 73 6110. *Projektování místních komunikací*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [2] ČSN 73 6425-1. *Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště - Část 1: Navrhování zastávek*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [3] TP 189. *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: TP 189. 1. vyd.* Mariánské Lázně: Pro EDIP vydalo nakl. Koura, 2007, 49 s. ISBN 978-80-902527-7-6.
- [4] TP 135. *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích: TP 135* Ostrava: V - projekt s.r.o, 2005.
- [5] TP 234. *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích: TP 135* Ostrava: V - projekt s.r.o, 2005.
- [6] ČSN 73 6056. *Odstavné a parkovací plochy silničních vozidel*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011
- [7] *Mapy*. [online]. [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/>

Seznam obrázků

2.1	Mapa širších vztahů [7]	10
2.2	Funkční rozdělení	12
2.3	Řešené plochy	13
3.1	Schématické znázornění zájmové křižovatky	15
3.2	Pentlogram zájmové křižovatky	16
4.1	Grafikon křižovatky Hornoměřolupská x Na Křečku pro rok 2015 se záměrem	21
5.1	Dispoziční uspořádání parkovacích stání	24
5.2	Schéma obalových křivek pro zásobování	26
6.1	Nově vzniklé pěší vazby	28
6.2	Detail přechodu	31
6.3	Schéma jednotlivých fází	32
6.4	Schéma kolizních bodů	35
6.5	Signální plán křižovatky Hornoměřolupská x Na Křečku	39
7.1	Schéma obalových křivek pro pravé odbočení	42
7.2	Schéma obalových křivek pro levé odbočení	43
7.3	Detail míst pro přecházení a pěších vazeb	44
7.4	Varianta vedením cyklistů mimo prostor OK.	45
7.5	Schéma okružní křižovatky pro kapacitní posouzení	47
7.6	Schéma kartogramu intenzit okružní křižovatky [voz/h]	49
9.1	Podklady od IPR Hl. M. Prahy	58
11.1	Křižovatka Na Křečku x Hornoměřolupská v místě budoucího napojení obchodního centra	64
11.2	Stávající plocha v místě budoucího zásobování	65
11.3	Stávající plocha v místě budoucího parkoviště	65
11.4	Stávající parkovací pruh	66
11.5	Stávající nevhodně provedený a umístěný přechod pro chodce	66
11.6	Nově vybudovaná zástavba generující pěší vazby	67
11.7	Autobusová zastávka Na Křečku	67

Seznam tabulek

5.1	Tabulka součinitelů vlivu stupně automobilizace [1] ČSN 73 6110	22
6.1	Tabulka nájezdových a vyklizovacích rychlostí pro jednotlivé typy vozidel a chodců	34
6.2	Tabulka mezičasů kolizních fází	34
6.3	Tabulka vypočtených hodnot optimální doby zelené a reálné doby zelené	38
6.4	Tabulka vypočítaných středních dob zdržení a úrovně kvality dopravy	40
6.5	Tabulka úrovně kvality dopravy	41
7.1	Tabulka výchozích geometrických prvků	46
7.2	Tabulka přepočítaných intenzit na hodinové	47
7.3	Tabulka s mezivýpočty a určením úrovně kvality dopravy	48
7.4	Tabulka pro určení veličin t_g t_f a Δ	48
7.5	Tabulka pro určení pomocných veličin 1	50
7.6	Tabulka pro určení pomocných veličin2	51
7.7	Tabulka úrovně kvality dopravy	51
8.1	Tabulka vrstev pro parkovací stání	52
8.2	Tabulka vrstev pro komunikaci zpřístupňující jednotlivá parkovací stání	53
8.3	Tabulka vrstev chodníků pro pěší ve správě obchodního centra	53
8.4	Tabulka vrstev chodníků pro pěší ve správě města	54
8.5	Tabulka vrstev pro komunikaci napojující obchodní centrum na okružní křižovatku resp. světelně řízenou křižovatku	54

Seznam příloh

1. Situace

1.a Situace varianta 1

1.b Situace varianta 2

2. Situace obalových křivek

2.1 Situace obalových křivek - OK levé odbočení

2.2 Situace obalových křivek - OK pravé odbočení

2.3 Situace obalových křivek - Zásobovací plocha

3. Dopravní průzkum - přílohy

3.1 Schématické znázornění křižovatky

3.2 Naměřené hodnoty

3.3 Pentlogram křižovatky

3.4 Tabulky výpočtů pro jednotlivé profily

4. Podklady od TSK - ÚDI

5. Přílohy k sestavení signálního plánu

5.1 Schéma fází

5.2 Tabulka vzdáleností kolizních bodů

5.3 Tabulka s výsledky výpočtů saturovaného toku

5.4 Signální plán

6. Vzorové řezy

Seznam použitých zkratek

OK	Okružní křižovatka
MHD	Městská hromadná doprava
DZ	Dopravní značení
SDZ	Svislé dopravní značení
VDZ	Vodorovné dopravní značení
ČSN	Česká technická norma
TP	Technické podmínky
SSZ	Světelné signalizační zařízení

11 Fotodokumentace stávajícího stavu



Obrázek 11.1: Křižovatka Na Křečku x Hornoměřolupská v místě budoucího napojení obchodního centra



Obrázek 11.2: Stávající plocha v místě budoucího zásobování



Obrázek 11.3: Stávající plocha v místě budoucího parkoviště



Obrázek 11.4: Stávající parkovací pruh



Obrázek 11.5: Stávající nevhodně provedený a umístěný přechod pro chodce



Obrázek 11.6: Nově vybudovaná zástavba generující pěší vazby



Obrázek 11.7: Autobusová zastávka Na Křečku